

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA FARROUPILHA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CURSO ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**PERDAS QUANTITATIVAS E TAMANHO DE AMOSTRA NA
COLHEITA MECANIZADA DE SOJA, EM FUNÇÃO DA
VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO E ÍNDICE DE MOLINETE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Rômulo Bock

Alegrete, RS, 2018

**PERDAS QUANTITATIVAS E TAMANHO DE AMOSTRA NA
COLHEITA MECANIZADA DE SOJA, EM FUNÇÃO DA
VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO E ÍNDICE DE MOLINETE**

Rômulo Bock

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IFFar, RS) e da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Bacharel em Engenharia Agrícola**

Orientador: Prof.º Dr. Vilnei de Oliveira Dias

Alegrete, RS, Brasil

2018

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha
Universidade Federal do Pampa
Curso de Engenharia Agrícola

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova o Trabalho de Conclusão de Curso

**PERDAS QUANTITATIVAS E TAMANHO DE AMOSTRA NA
COLHEITA MECANIZADA DE SOJA, EM FUNÇÃO DA
VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO E ÍNDICE DE MOLINETE**

elaborado por
Rômulo Bock

Como requisito parcial para a obtenção de grau de
Bacharel em Engenharia Agrícola

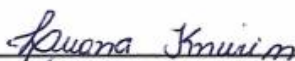
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof.º Dr. Vilnei de Oliveira Dias
(Orientador – Unipampa)



Me. Cleber Millani Rodrigues
(Unipampa)



Eng. Agrícola Luana Freitas Knierim
(UFSM)

Alegrete, 4 de dezembro de 2018.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

B665p Bock , Rômulo

PERDAS QUANTITATIVAS E TAMANHO DE AMOSTRA NA COLHEITA
MECANIZADA DE SOJA, EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO E
ÍNDICE DE MOLINETE / Rômulo Bock .

53 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade
Federal do Pampa, ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2018.

"Orientação: Vilnei de Oliveira Dias".

1. Perdas na colheita Mecanizada . 2. Máquinas Agrícolas.
I. Título.

DEDICATÓRIA

A família que sempre apoiaram e ajudaram na medida do possível, dando-me força quando necessário, e me ajudaram a chegar aos objetivos projetados.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por ter me dado saúde, sabedoria e a oportunidade para adquirir o conhecimento ao longo da graduação.

A minha família, por dar todo o suporte para que eu pudesse ter dedicação exclusiva aos estudos, além da ajuda na execução do trabalho de conclusão de curso. Gostaria de agradecer em especial ao meu pai Vanderlei Gilberto Bock e a minha mãe Claudete Lazzarotto Bock.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Vilnei de Oliveira Dias, pelo conhecimento transmitido ao longo dos últimos anos, fundamental para realização deste trabalho e para meu crescimento profissional.

A minha companheira, Liese Giacomelli Martinez, pelo carinho e apoio diário, além da ajuda no trabalho de conclusão de curso.

Aos colegas de pesquisa e sala de aula Luana Freitas Knierim e Luciano Toscani Santi, e ao técnico do Laboratório de Máquinas agrícolas do Pampa, Jhon Pablo Lima Cornélio, que não mediram esforços para a execução do trabalho no campo.

Aos colegas que auxiliaram na execução deste trabalho, Alexandre Antunes, Angelo Acosta Casarotto, Anderson Patrick Ávila Machado, Aline Duarte Antunes, Lucas Antonini Bortoluzzi, Lucas Pedroso, Jainara Fresinghelli Netto e Simone Almeida.

A todos que de uma maneira ou outra contribuíram para realização deste trabalho, o meu agradecimento.

EPÍGRAFE

“A vida não é sobre quão duro você é capaz de bater, mas sobre quão duro
você é capaz de apanhar e continuar indo em frente.”

Rocky Balboa

RESUMO

Trabalho de Conclusão de Curso

Curso de Engenharia Agrícola

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha
Universidade Federal do Pampa

PERDAS QUANTITATIVAS E TAMANHO DE AMOSTRA NA COLHEITA MECANIZADA DE SOJA, EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO E ÍNDICE DE MOLINETE

AUTOR: RÔMULO BOCK

ORIENTADOR: VILNEI DE OLIVEIRA DIAS

Alegrete, 4 de dezembro de 2018.

A ausência no monitoramento das perdas na colheita de grãos, aliada à falta de metodologias e práticas adequadas para estimá-las, contribuem para com o aumento dos níveis de perdas. Neste sentido, este trabalho teve como principal objetivo, avaliar o efeito da velocidade e do índice de molinete nas perdas de grãos durante a colheita mecanizada da soja, e ainda, verificar o efeito do tamanho amostral para determinação de perdas quantitativas de grãos. O experimento foi realizado na Granja Bock, localizada no município de Alegrete/RS, no período que compreendeu a safra 2017/2018. Os tratamentos foram compostos pela combinação de dois índices de molinete (1,0 e 1,2), quatro velocidades de deslocamento (3, 5, 7 e 9 km h⁻¹) e cinco tamanhos de amostra (0,5, 1,0, 2,0, 3,0 e 4,0m²). Os dados foram submetidos à ANOVA e testes de separação de médias. A partir dos resultados obtidos, foi possível verificar diferenças significativas entre as médias e algumas interações. Concluiu-se que as perdas de grãos aumentaram com as velocidades de colheita. O IM de 1,0 teve uma perda de grãos menor que o IM de 1,2. Os tamanhos de amostra sofreram efeito da velocidade de deslocamento e os tamanhos de 0,5 e 1,0 m² estimaram as perdas para menos, em relação aos tamanhos de amostra de 2,0, 3,0 e 4,0 m².

Palavras-chave: *Glycine max* L. Amostragem. Quantificação. Prejuízos.

Abstract

Completion Of Course Work
Agricultural Engineering Course
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha
Universidade Federal do Pampa

QUANTITATIVE LOSSES AND SAMPLE SIZE ON THE MECHANIZED SOYBEAN HARVEST IN THE FUNCTION OF THE SHIFTING SPEED AND WIND INDEX

AUTHOR: RÔMULO BOCK

ADVISOR: VILNEI DE OLIVEIRA DIAS

December 4, 2018.

Failure to monitor grain harvest losses, coupled with the lack of adequate methodologies and practices to estimate them, contribute to increasing loss levels. In this sense, the main objective of this work was to evaluate the effect of speed and windlass index on grain losses during the mechanized harvesting of soybean, and to verify the effect of sample size for the determination of quantitative grain losses. The experiment was carried out at Granja Bock, located in the city of Alegrete / RS, during the period that comprised the 2017/2018 harvest. The treatments were composed of a combination of two spinneret indexes (1.0 and 1.2), four displacement speeds (3, 5, 7 and 9 km h⁻¹) and five sample sizes (0.5, 1, 0, 2.0, 3.0 and 4.0 m²). Data were submitted to ANOVA and mean separation tests. From the obtained results, it was possible to verify significant differences between the means and some interactions. It was concluded that grain losses increased with harvest speeds. The IM of 1.0 had a grain loss smaller than the MI of 1.2. The sample sizes had an effect of the displacement velocity and the sizes of 0.5 and 1.0 m² estimated the losses for less, in relation to the sample sizes of 2.0, 3.0 and 4.0 m².

Keywords: Glycine max L. Sampling. Quantification. Losses.

LISTA DE ABREVIATURAS

IRGA – Instituto Rio Grandense do Arroz

EMBRAPA- Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento

PIB- Produto Interno Bruto

APROSOJA- Associação dos Produtores de Soja

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR- Norma Brasileira Registrada

CV- Cavalo Vapor

KW- Quilowatt ou Kilowatt

IM- Índice de Molinete

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação dos sistemas de uma colhedora, sistema tangencial.	17
Figura 2 - Representação da plataforma de corte e canal alimentador.	18
Figura 3 - Sistema convencional; 1) Cilindro de trilha; 2) Côncavo; 3) Batedor; 4) Saca Palha.	19
Figura 4 - Tipos de perdas e onde ocorrem.	21
Figura 5- Recomendação proposta por Bragachini & Boneto.	24
Figura 6 - Determinação do tamanho da estrutura.	25
Figura 7 - Colhedora Massey Ferguson 3640 utilizada no experimento.	28
Figura 8 - Layout da estrutura de madeira e cordas utilizada para determinação de perdas na colheita mecanizada da soja.	29
Figura 9 – Estrutura de madeira e cordas utilizada para determinação de perdas na colheita mecanizada da soja.	29
Figura 10 – Amostras para determinação da produtividade nas embalagens plásticas e de perdas nos copos plásticos (a), e balança de precisão utilizada nas pesagens (b).	30
Figura 11- Esquema para determinação de perdas na colheita mecanizada de soja; PP: Perdas na Plataforma; PT: Perdas Totais.	31
Figura 12 - Disposição dos tratamentos no experimento principal conduzido em delineamento inteiramente casualizado.	32
Figura 13- Tipificação das perdas na colheita mecanizada da soja nas médias gerais do experimento.	35
Figura 14- Porcentagem de perdas mensuradas com base nas perdas totais.	36
Figura 15- Porcentagem das perdas mensuradas com base na produtividade (2490 kg ha ⁻¹ ou 41,5 sc ha ⁻¹).	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Combinação dos fatores para formação dos tratamentos que compuseram o experimento principal.	31
Tabela 2- Produtividade e perdas na Pré-colheita no local do experimento. Alegrete, RS, 2018.	34
Tabela 3- Síntese da análise de variância para efeitos principais e interações para perdas na plataforma de corte. Alegrete, RS, 2018.	37
Tabela 4 - Desdobramento das interações entre velocidades de colheita e índices de molinete na plataforma de corte. Alegrete, RS, 2018.	38
Tabela 5 – Síntese da análise de variância para efeitos principais e interações para perdas nos mecanismos internos. Alegrete, RS, 2018.	39
Tabela 6- Desdobramento das interações entre velocidades de colheita e índices de molinete nos mecanismos internos. Alegrete, RS, 2018.	39
Tabela 7 – Síntese da análise de variância para efeitos principais e interações para as perdas totais de grãos na colheita mecanizada da soja. Alegrete, RS, 2018.	41
Tabela 8 - Interação entre velocidades e índices de molinete para as perdas totais. Alegrete, RS, 2018.	41
Tabela 9 - Desdobramento das interações entre velocidade de colheita e tamanho de amostra para perdas na plataforma de corte. Alegrete, RS, 2018.	42
Tabela 10 – Médias de perdas nos mecanismos internos com relação ao tamanho de amostra.	44
Tabela 11 - Interação entre velocidade descolamento e tamanho de amostra para as perdas totais. Alegrete, RS, 2018.	44
Tabela 12 - Interação entre índices de molinete e tamanho de amostra para as perdas totais. Alegrete, RS, 2018.	45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Objetivo geral.....	14
1.2 Objetivos específicos.....	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 Cultura da soja.....	15
2.2 Colhedoras automotrizes.....	16
2.3 Perdas na colheita mecanizada de grãos.....	20
2.4 Métodos de determinação de perdas.....	24
2.5 Tamanho de Amostra.....	26
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1 Local e informações gerais.....	27
3.2 Material.....	27
3.3 Coleta de dados.....	30
3.4 Tratamentos, análise estatística e delineamento experimental.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1 Produtividade e Perdas Pré-Colheita.....	34
4.2 Experimento Principal: perdas na colheita.....	35
4.2.1 Perdas na plataforma de corte.....	37
4.2.2 Perdas nos mecanismos internos.....	39
4.2.3 Perdas totais.....	41
4.3 Experimento Secundário: tamanho de amostra.....	42
4.3.1 Tamanho de amostra para perdas na Plataforma de Corte.....	42
4.3.2 Tamanho de amostra para perdas nos mecanismos internos.....	43
4.3.3 Tamanho de amostra para perdas Totais.....	44
5 CONCLUSÕES.....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47

1 INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira e o agronegócio representam 25% da produção mundial de alimentos e 36,9% das exportações (ZAMBOLIN L et al., 2008), contribuindo com 23,5% do produto interno bruto (PIB) do país (EXTRA, 2017). Além disso, é de grande importância no cenário mundial, destacando-se por atender a demanda por alimentos da população. O Brasil é considerado o segundo maior produtor mundial de grãos de soja (*Glycine max*, L.), ficando atrás apenas dos Estados Unidos da América.

A região da Fronteira Oeste do estado do Rio Grande do Sul (RS) é conhecida nacionalmente como principal produtora de arroz irrigado do Brasil. No entanto, o mercado arrozeiro vem passando por uma grande desvalorização do grão, e além disso, muitas áreas estão infestadas de arroz vermelho, levando os produtores a implantar a cultura da soja nas áreas tradicionalmente utilizadas para o cultivo do arroz. Na safra 2017/18, as áreas cultivadas com a cultura da soja na fronteira oeste do estado somaram mais de 380 mil hectares semeados (IRGA, 2018). Atualmente, a região da fronteira oeste contribui para o destaque do Rio Grande do Sul na produção brasileira de grãos de soja, fazendo com que o estado obtenha o título de terceiro maior produtor de soja do país, com uma produção de 18,714 milhões de toneladas com uma área plantada de 5,570 milhões de hectares e uma produtividade média de 3.360 kg ha⁻¹ (CONAB, 2017).

Existem várias etapas na produção de grãos, sendo elas, preparo do solo, semeadura, adubação, tratos culturais, colheita, transporte e armazenamento. Durante a etapa de colheita, as perdas podem ser decorrentes, por exemplo de quedas de grãos no campo em função dos equipamentos utilizados nessa função (ROCHA et al., 2015). Dentre os fatores que afetam as perdas na colheita, a velocidade de deslocamento da colhedora tem destaque especial (CUNHA e ZANDBERGEN, 2007), e ainda segundo BRAGACHINI e BONETO (1990), o índice de molinete (relação entre velocidade de avanço e velocidade periférica do molinete) é outro fator que pode influenciar nos níveis de perdas. Visto que muitos produtores não possuem uma quantidade de colhedoras adequado ao tamanho da lavoura. O que torna curta a janela de colheita e conseqüentemente as velocidades de colheita tornam-se mais elevadas, contribuindo para uma maior perda de grãos.

Existem diversos métodos utilizados para determinação de perdas na colheita mecanizada de grãos. Esses métodos implicam na necessidade de tempo e pessoas para que os

dados gerados sejam confiáveis, tanto para o produtor ou para o pesquisador quando for o caso. Assim, reduzir o tamanho de amostra para estas determinações pode ser de grande utilidade.

O tamanho de amostra mínimo para realizar a quantificação das perdas tem relação direta com a aceleração da avaliação, reduzindo o trabalho e o tempo para determinação das perdas (Bisognin, 2015).

1.1 Objetivo geral

Determinar as perdas quantitativas na colheita mecanizada de soja, em função do tamanho de amostra, da velocidade de deslocamento e do índice de molinete.

1.2 Objetivos específicos

- i. Avaliar o efeito da velocidade de deslocamento nas perdas de grãos de soja durante a colheita mecanizada.
- ii. Analisar o efeito do índice de molinete nas perdas de grãos de soja durante a colheita mecanizada.
- iii. Verificar se há efeito do tamanho de amostra utilizado nas determinações de perdas na colheita mecanizada de soja.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cultura da soja

A cultura da soja, pertencente à família Fabaceae, nos primórdios era cultivada em regiões baixas e úmidas da China central, a cerca de 5 mil anos atrás. Dois mil anos depois, a cultura espalhou-se pela Ásia e só então começou a ser utilizadas como alimento (EMBRAPA, 2001). No começo do século XX, a soja começou a ser cultivada e comercializada nos Estados Unidos da América e, com isso, houve um rápido crescimento e desenvolvimento na produção de soja, assim como o desenvolvimento das primeiras cultivares comerciais (EMBRAPA, 2001). No Brasil a soja chegou em 1882, e atualmente é uma das principais culturas cultivadas no país, com uma área cultivada de aproximadamente 35 milhões de hectares e uma produção entorno de 119 milhões de toneladas, e uma produtividade média de 3225 kg ha⁻¹, ou seja, aproximadamente 54 sacas de 60 quilogramas por hectare (CONAB, 2018).

A produção brasileira de soja tem crescido significativamente nos últimos anos, tanto em produtividade quanto em área plantada e esses aumentos passaram a exigir maior qualidade e rapidez na colheita. A colheita mecanizada é ferramenta fundamental no processo produtivo das grandes culturas, porém, quando realizada incorretamente, acarreta em perdas consideráveis, diminuindo a produtividade e o lucro dos produtores (FERREIRA et al., 2017).

Apesar da alta produção de soja no Brasil, muito pouco fica no país para consumo interno, cerca de 47,281 milhões de toneladas (CONAB, 2017). O Brasil é o segundo país na produção e processamento mundial de soja, sendo também o segundo maior exportador de grãos, óleo e farelo de soja, estima-se que a cadeia produtiva da soja no país, reúna mais de 243 mil produtores e um mercado de 1,4 milhões de empregos (APROSOJA, 2017).

O grão de soja dá origem a subprodutos, dos quais os principais são o óleo, a proteína e o leite de soja (EMBRAPA, 2001). Os grãos são compostos por, aproximadamente, 40% de proteínas e 20% de lipídios, apresentando ainda em sua constituição açúcares, fibras, carboidratos, minerais e vitaminas A, E, B1 e B2 (BELLAVÉR et al., 2002). Nos últimos anos, seus subprodutos ganharam lugar considerável no mercado, por suas propriedades nutracêuticas com numerosas alegações ligando à promoção da saúde (DUFFY et al., 2007). No Ocidente, os grãos de soja caracterizam-se principalmente como produto para a alimentação animal, enquanto no Oriente, é há milênios utilizada como alimento humano (SANTOS et al., 2011).

A soja é uma planta de noites longas e dias curtos, por esse motivo é amplamente cultivada em regiões de latitudes maiores que 30°, onde prevalecem condições de clima temperado, entretanto, o Brasil representa uma exceção dentro desse contexto. Nas últimas décadas, com a expansão da cultura para áreas de climas tropical e subtropical estão sendo predominantemente utilizadas para a sua produção (ALMEIDA et al., 1999).

– **Soja na Várzea:** No Rio Grande do Sul a maior parte das áreas aonde é cultivado arroz irrigado são várzeas sendo essas áreas úmidas que compreendem inúmeros ecossistemas e, além disso, são locais estratégicos de conservação, devido a sua alta diversidade biológica e produtividade que resultam das relações estabelecidas entre a fauna, vegetação, solo e água (CARVALHO et al., 2003).

Segundo Thomas et al. (2000), a introdução da soja em áreas tradicionalmente utilizadas para o cultivo do arroz, além de melhorar os atributos físicos e químicos do solo, auxilia na redução das plantas daninhas e na quebra do ciclo de pragas e doenças. Porém é um problema a adaptação da soja na várzea, devido ao excesso de água, muitos períodos do ano ocorrem alagamento nelas, prejudicando o desenvolvimento das plantas. A rotação de culturas provoca uma quebra no ciclo de plantas daninhas, insetos e pragas, que prejudiquem as culturas da rotação. Além disso, melhora as condições químicas e físicas do solo.

Essas regiões não tradicionais de cultivo da soja, como a Fronteira Oeste do estado do Rio Grande do Sul, têm surgido como novo cenário de implantação da cultura, expandindo a cada ano, as áreas cultivadas no estado (PIRES et al., 2015). Nesta região a área cultivada com soja vem aumentando ano a ano, pois a rotação com as lavouras de arroz traz muitos benefícios aos orizicultores. Entre as vantagens da rotação de culturas, está o poder de auxiliar no controle de plantas daninhas, principalmente o arroz vermelho, combinado com a habilidade de fixação de nitrogênio no solo, que é fundamental para o estágio vegetativo do arroz que será cultivado na safra seguinte (BOCK et al., 2017).

2.2 Colhedoras automotrizes

As colhedoras automotrizes têm como função cortar, recolher, trilhar, separar e limpar os grãos, armazenando-os por um determinado período até estes serem descarregados em um transbordo ou no reboque graneleiro (Figura 1). Para que estas funções ocorram de forma correta, os elementos pertencentes as máquinas devem estar ajustadas, afim de diminuir os danos mecânicos e manter a qualidade dos grãos (PORTELLA, 2000). Cada sistema será abordado individualmente a seguir.

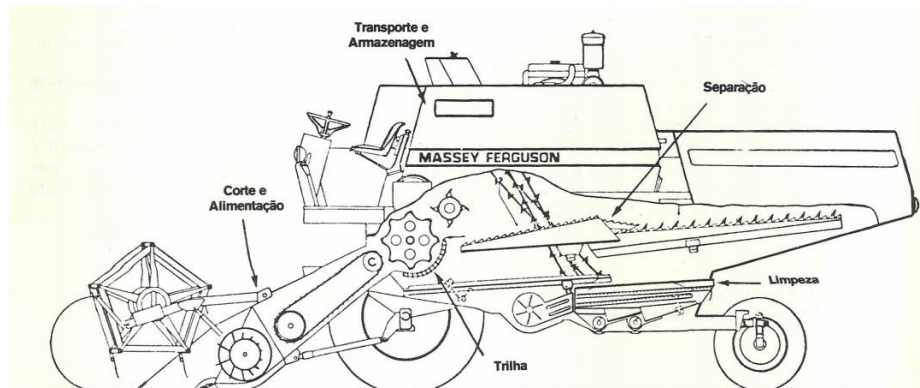


Figura 1 - Representação dos sistemas de uma colhedora, sistema tangencial.

Fonte: MASSEY FERGUSON, 1987.

O sistema de corte e alimentação da colhedora é composto por uma plataforma de corte e de um canal alimentador (Figura 2). A plataforma de corte possui a função de cortar e recolher todo o material cortado (planta, grãos e palha), sendo ela sustentada pelo canal alimentador – popularmente conhecido como “pescoço” - que é acoplado a colhedora. O canal alimentador tem a função de recolher o material e levar até os mecanismos de trilha, sendo que o transporte do material ocorre por meio de um conjunto de correntes longitudinais dotadas de taliscas transversais, as quais raspam o material no fundo do canal e conduzem até o sistema de trilha (BALASTREIRE, 2005). Para movimentar a plataforma de corte, seja para elevar ou baixar, utilizam-se comumente cilindros hidráulicos localizados abaixo do canal alimentador, sendo estes acionados por meio de um fluido hidráulico sob pressão.

Existem três tipos de plataformas de corte que são classificadas como rígidas, flexíveis e flutuantes (PORTELLA, 2000). Para a cultura da soja, a plataforma mais indicada é do tipo flexível a qual acomoda-se ao relevo, minimizando as perdas de grãos. Conforme a John Deere (2004), é importante que a plataforma flexível trabalhe o mais baixo possível para minimizar as perdas na plataforma. Entretanto, como na região da fronteira oeste do Rio Grande do Sul o foco de produção é a cultura do arroz irrigado, as colhedoras são equipadas com plataformas rígidas, o que impossibilita essa aproximação com o solo. Os principais componentes da plataforma de corte são, os separadores, o molinete, a barra de corte e condutor helicoidal (BALASTREIRE, 2005).

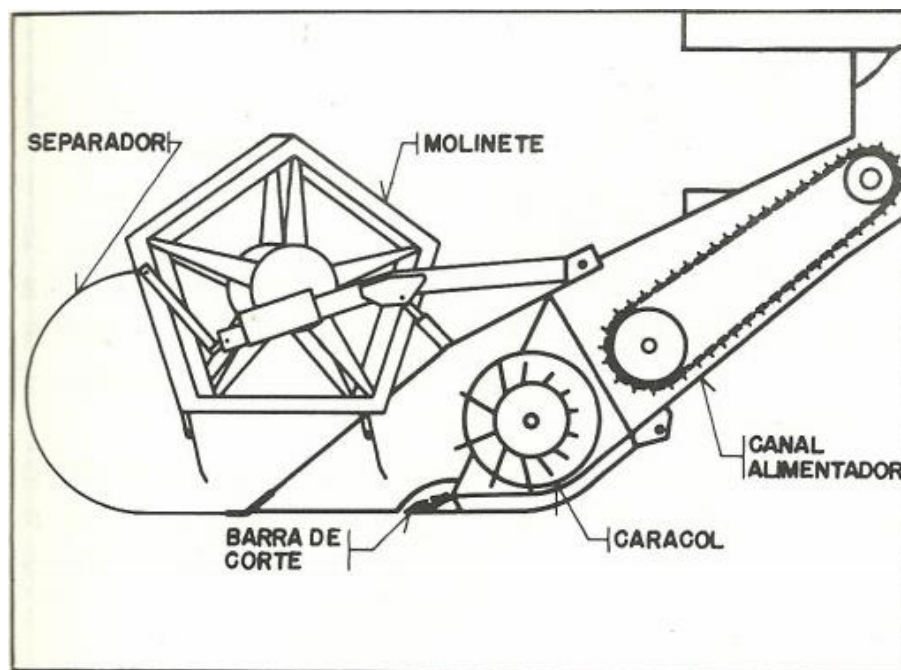


Figura 2 - Representação da plataforma de corte e canal alimentador.

Fonte: MASSEY FERGUSON, 1987.

O sistema de trilha das colhedoras é responsável por remover os grãos presos às plantas, enquanto o sistema de separação tem a função de separar os grãos soltos no meio da palha ou palhiço e então encaminhar para o sistema de limpeza (BISOGNIN, 2015). Existem, basicamente, três sistemas de trilha, sendo eles tangencial ou convencional, axial e o terceiro, que é a combinação dos dois primeiros sendo conhecido sistema híbrido. No sistema tangencial ou convencional o material (palha e grãos) é recolhido pela plataforma e encaminhado para o sistema de trilha (Figura 3), onde ocorre a debulha dos grãos que estão presos nos legumes, onde o material passa pelo côncavo e é impulsionado através da rotação do cilindro (PORTELLA, 2000). A seguir, parte dos grãos passa pela abertura do côncavo e é encaminhado para o sistema de limpeza, que é realizado através de peneiras e ventilação. Já o restante do material, ao passar no sistema de trilha é encaminhado pela prolongação do côncavo até o batedor, impulsionando o material de forma homogênea para o sistema de separação, que é constituído basicamente pelo saca-palhas (TOLEDO et al., 2008). Esse último citado, é formado por seções independentes em forma de calha, apoiadas em duas árvores de manivelas, os quais, exercem movimentos rotativos alternados de forma a conduzir o material grosso para fora da colhedora e os grãos para o sistema de limpeza (PORTELLA, 2000; BALASTREIRE, 2005).

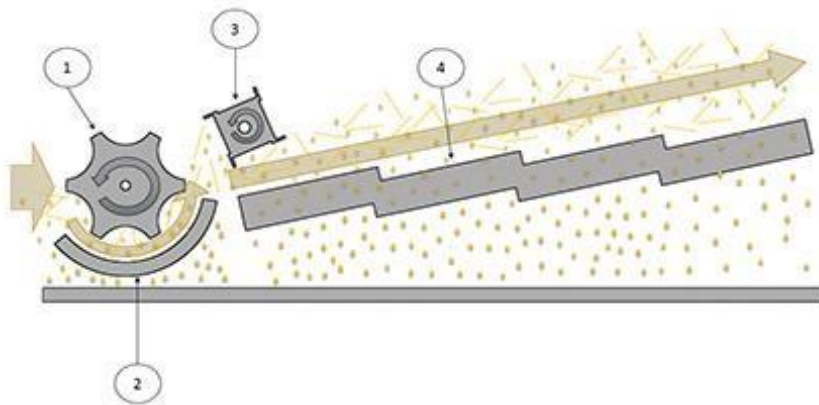


Figura 3 - Sistema convencional; 1) Cilindro de trilha; 2) Côncavo; 3) Batedor; 4) Saca Palha.

Fonte: SANTOS & DALLMEYER, 2018.

O sistema axial tem um único mecanismo que exerce trilha e separação, esse mecanismo é denominado de rotor axial. Neste sistema a massa de grãos ao ser recolhida pela plataforma é transportada para o cilindro tangencial alimentador, o qual tem a função de alimentar o rotor de forma homogênea. O funcionamento do rotor axial ocorre em três etapas: na primeira ocorre a alimentação, na segunda trilha e separação principal e na última a separação final do produto (BISOGNIN et al., 2014). Em diferentes partes do rotor são encontrados mecanismos responsáveis por diferentes funções.

O sistema híbrido é a combinação do sistema axial com o sistema tangencial, em que a trilha é realizada no côncavo e cilindro tangencial, porém a separação dos grãos da palha é realizada de forma axial, sendo que esta, ocorre geralmente através de um conjunto de cilindros rotativos dotados de hastes circundados por grelhas, chamado de rotor separador. Estes agitam a palhada separando os grãos através da ação da força centrípeta e da gravidade (BISOGNIN et al., 2014; SANTOS e DALLMEYER, 2014).

O sistema de separação tem a função de separar os grãos que não foram separados na trilha. O batedor traseiro é um defletor rotativo que executa uma segunda batida na palha contra o pente do côncavo, deslocando o material para o saca-palhas (MASSEY FERGUSON, 1987). Depois que a palha é depositada sobre os sacas-palhas, ela é agitada e lançada para cima e para trás, e então, os grãos soltos caem através das aberturas das grelhas dos saca-palhas e escoam para o bandeirão e, posteriormente seguem para a unidade de limpeza. A palha continua sendo lançada para trás do saca-palhas, até alcançar a parte traseira da colhedora e cair no solo (JOHN DEERE, 2003).

Já a unidade de limpeza é formada por três componentes principais: o ventilador, a peneira superior e a peneira inferior (MASSEY FERGUSON, 1987). A função da seção de

limpeza é limpar os grãos trilhados e captar pontas de legumes, cachos ou espigas não completamente trilhados. Neste sistema, uma mescla de grãos, palhas úmidas, pontas de legume e espigas ou cachos caem sobre o bandejão. Desta forma, o movimento vaivém, conduz o produto até sua parte traseira, onde os grãos são separados da palha com o auxílio da corrente de ar do ventilador. Os grãos e a palha mais pesados caem sobre a peneira superior, que realizam uma pré-limpeza. Seguindo o fluxo, alguns grãos com uma certa quantidade de palha, caem para peneira inferior e, então esta palha é jogada para fora da colhedora, e os legumes não trilhadas são conduzidas a retrilha e os grãos limpos para o tanque graneleiro (JOHN DEERE, 2003).

O transporte dos grãos, significam a passagem dos mesmos pelos diferentes setores da colhedora, onde são realizadas as operações de trilha, separação, limpeza, retrilha, armazenamento e descarregamento. Os grãos limpos são transportados por um sistema de caracol e corrente até o tanque de grãos. Já os grãos não trilhados seguem para retrilha. O tanque de grãos é a unidade de armazenamento dos grãos limpos (MASSEY FERGUSON, 1987; JOHN DEERE, 2003). Quando ele está cheio de grãos, os mesmos são descarregados para um caminhão graneleiro ou silo, sendo a descarga efetuada por um sistema de caracóis.

2.3 Perdas na colheita mecanizada de grãos

Cerca de 80% das perdas na colheita mecanizada de grãos se devem à má regulagem da colhedora, combinada com 20% de má condução da cultura (Sanseverino, 2016). Neste último caso, é importante identificar e corrigir esses erros para a próxima safra. Em relação à máquina, uma vez identificada a fonte da perda de grãos, é realizado uma pausa nas atividades, corrige-se o problema e prossegue-se à colheita normalmente da cultura, (SEDIYAMA et al. 2015). As perdas na colheita mecanizada são divididas em perdas na pré-colheita (que ocorrem antes da colheita), perdas na plataforma (que ocorrem durante a colheita) e as perdas pelos mecanismos internos (peneiras, côncavo e cilindro, saca-palhas). E desta forma, calcula-se a perdas totais considerando todas as perdas. Na Figura 4, são apresentados de forma resumida, os principais pontos de perdas em uma colhedora, que serão descritos nos próximos itens:

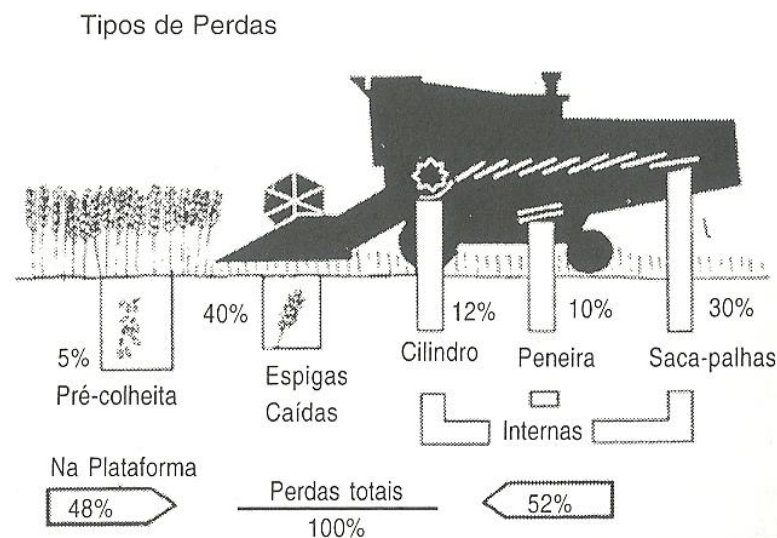


Figura 4 - Tipos de perdas e onde ocorrem.

Fonte: BRAGACHINI & BONETTO, 1990.

As perdas na pré-colheita são compostas pelos grãos ou legumes caídos no solo, antes de iniciar a colheita, que podem ser influenciados pelas condições climáticas (ventos, chuvas, etc.), por doenças ou por pragas. De todas as grandes culturas, a soja e o milho são as mais susceptíveis as perdas na pré colheita (PORTELLA, 2000; JOHN DEERE, 2003). Na plataforma de corte, a maior parte das perdas ocorre devido ao manuseio inadequado dos componentes da mesma. De forma resumida, na plataforma de corte essas perdas são decorrentes de grãos deixados abaixo da plataforma de corte (altura de corte), também pelos grãos derrubados pela vibração da barra ou trilhados pelo molinete, e ainda, por plantas arrastadas pelo movimento do molinete. Em geral, essas perdas situam-se entre 0,40 e 1,07%, sendo que as perdas totais (plataforma mais mecanismos internos) devem ser inferiores a 2% da produtividade (FRANTZ et al., 2012). Para Viegas Neto et al. (2013), as perdas na plataforma de corte representam na média de 71,7% das perdas totais provocadas pela colhedora. As principais causas de perdas na plataforma de corte são: legumes deixados na planta cortada muito alta, grãos debulhados pela velocidade do molinete, vagens, espigas ou panículas jogadas ao solo pela velocidade do molinete, grãos jogados ao solo devido a uma grande velocidade da colhedora e grãos jogados ao solo pela ação da barra de corte (JOHN DEERE, 2003).

As perdas na separação, nada mais são do que grãos juntos com a palha que não sofreram o total processo de separação no sistema de saca palhas ou pelo rotor e, acabaram por ser lançados para fora da colhedora por estes componentes. Estas perdas devem-se principalmente

a sobrecargas dos sistemas em decorrência de uma elevada taxa de alimentação (FRANTZ et al., 2012). Estas perdas são geralmente causadas por uma velocidade baixa do cilindro e uma grande abertura do côncavo, que acabam sobrecarregando o saca-palhas (JOHN DEERE, 2003).

As perdas no sistema de limpeza podem ser influenciadas pela abertura das peneiras, pela rotação inadequada do ventilador, direção incorreta do fluxo de ar, peneira superior muito fechada, alta rotação do cilindro ou, ainda, desalinhamento entre cilindro e côncavo (PORTELLA, 2000). Essas perdas normalmente são causadas por velocidade do ventilador incorreta, direção do ar incorreta, peneiras mal ajustadas ou sobrecarregadas pelo ajuste inadequado da unidade de trilha (JOHN DEERE, 2003). As perdas dos mecanismos internos correspondem a soma das perdas no sistema de limpeza e do sistema de separação. E as perdas totais são a soma das perdas dos mecanismos internos com as perdas da plataforma de corte.

Uma pesquisa identificou que a má regulagem das colhedoras nos mecanismos de corte e trilha, velocidade incorreta da colheita, falta de treinamentos dos operadores e o manejo inadequado das lavouras de soja, são os principais fatores que causam as perdas durante a colheita (DOURADOS, 2010). Muitas vezes esses fatores correlacionados em uma janela de colheita curta podem aumentar significativamente a perda de grãos na colheita mecanizada.

Algumas medidas podem amenizar as perdas de grãos, como por exemplo: treinamento dos operadores, regulagens adequadas e redução da velocidade de colheita. Não existem diagnósticos de perdas durante a colheita mecanizada da soja no Brasil, no entanto, existem relatos de lavouras que chegam a ter índices de perdas de até quatro (240 kg ha^{-1}) sacas por hectare (EMBRAPA, 2011).

Segundo Carvalho Filho et al. (2005) e Magalhães et al. (2009), as perdas na colheita são influenciadas por fatores inerentes à cultura ou então, fatores relacionados à colhedora. Entre os fatores relacionados com a colhedora temos a altura de corte, velocidade tangencial do molinete, rotação do cilindro de trilha, distância entre o côncavo e o cilindro e a velocidade de deslocamento (LOUREIRO Jr. et al., 2014). Já em relação aos fatores inerentes à cultura pode-se citar: deiscência dos legumes, semeadura inadequada, ocorrência de plantas daninhas, mau desenvolvimento da cultura (FERREIRA et al., 2007), e teor de água dos grãos (BAUER et al., 2007). A umidade nos grãos interfere diretamente nas perdas. Para Heiffing e Câmara (2006), e Loureiro Jr. et al. (2014), a soja colhida com umidade próxima a 13% reduz os problemas de danos mecânicos e perdas na colheita. A cultura deve estar pronta para trilhar, o teor de umidade não deve ser muito alto e a palha não deve estar verde (JOHN DEERE, 2004).

Um estudo realizado por Marco et al (2005), chegou à conclusão que as colhedoras com idade entre zero e cinco anos apresentaram perdas menores do que as colhedoras com mais de seis anos de idade e que as colhedoras próprias apresentaram menores perdas quando comparadas com as colhedoras alugadas. Para Mesquita et al. (2002), existe uma relação entre a idade da colhedora e o nível de perdas na colheita, sendo que as máquinas com idade superior a 15 anos apresentam perdas 30% superiores às encontradas em estado de novas ou semi novas. O mesmo autor, relata ainda, que o ano de fabricação é o fator que mais causa perdas, quando comparado aos outros fatores como: eficiência do operador, condições de lavoura e conservação da colhedora.

Dentre os fatores que afetam as perdas na colheita, a velocidade de deslocamento da colhedora tem destaque especial. A John Deere (2004), recomenda uma velocidade de avanço que não sobrecarregue a colhedora, o motor deve estar com rotação máxima para manter a trilha a toda rotação. Para Cunha e Zandbergen (2007), os limites recomendados para a velocidade de trabalho são de 4 a 7 km h⁻¹. Quando os limites de velocidade não são respeitados, o sistema de trilha da colhedora fica sobrecarregado, e assim, aumentam a quantidade de grãos não trilhados. Mesquita et al. (2006), afirma que as menores perdas na colheita são observadas nas velocidades próximas à faixa de 4,5 a 5,5 km h⁻¹. Porém Cara et al. (2014), chegou a conclusão que a colhedora operando na velocidade de 5 km h⁻¹ possibilitou uma redução nas perdas de grãos em relação a velocidade de 4 km h⁻¹. Já Carvalho Filho, et al (2005), mostra que com o aumento de velocidade na colheita as perdas aumentam. Assim, ao tomar a decisão de aumentar a velocidade de deslocamento o produtor deverá levar em conta as perdas e, verificar se os níveis de perdas estão dentro dos níveis tolerados (CUNHA e ZANDBERGEN, 2007). Segundo a Embrapa (2012), as perdas toleráveis durante a colheita de soja devem estar entre 42 a 60 kg ha⁻¹. Portella (2000), também cita que se as perdas na colheita mecanizada foram superiores a 1,0 saca por hectare (60 kg ha⁻¹) há uso inadequado da máquina.

O índice de molinete, que é a razão entre velocidade periférica do molinete e a velocidade de avanço da colhedora, é outro fator muito importante para minimizar as perdas na colheita mecanizada de soja. Segundo Bragachini e Boneto (1990), são recomendados os seguintes critérios para escolha do índice de molinete: para lavouras com densidade normal é recomendado um índice igual a 1,0; já para lavouras com densidade variando entre normal e rala o índice de 1,15 e 1,25, o qual corresponde a uma velocidade do molinete de 15 a 25% mais rápido que a colhedora, e para lavouras com densidade baixa recomenda-se índice de molinete de 1,35, conforme Figura 5.

Condições da lavoura	IM	Descrição
Alta e densa	1,00	Igual à velocidade de avanço da colhedora
Normal	1,15 - 1,25	15 a 25% mais rápido que a colhedora
Baixa e rala	1,35	35% mais rápido que a colhedora

Figura 5- Recomendação proposta por Bragachini & Boneto.

Fonte: BRAGACHINI & BONETTO, 1990.

Para evitar as perdas na colheita, devem-se tomar uma série de cuidados como, o monitoramento rigoroso das velocidades de trabalho, a velocidade tangencial do molinete, aferição de regulagens dos mecanismos internos da colhedora, aferição da regulagem dos mecanismos de trilha, limpeza e separação (MESQUITA et al., 2001).

2.4 Métodos de determinação de perdas

Para Câmara et al. (2007), a desconsideração do monitoramento das perdas de grãos é constante e, aliada a ausência de metodologias adequadas e práticas para estima-las, vem contribuindo para elevar os níveis de perdas. A seguir serão descritas as principais metodologias existentes na literatura.

De acordo com Franco et al. (2004), a Norma Brasileira Registrada (NBR) 9740 descreve a metodologia e as condições adequadas para a avaliação das perdas de grãos em colhedoras autopropelidas, onde estes ensaios e procedimentos são bastantes complexos tornando-os demorados. O uso da metodologia exposta na NBR é mais indicado para à elaboração de relatórios técnicos e para trabalhos de pesquisa. Porém em buscas realizadas no site da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) catálogo, verificou-se que esta norma foi cancela no ano de 2010. Apesar disso, foram encontradas outras metodologias. Uma delas é a do quadrado medidor que se baseia em uma armação retangular de 1,0 m² (PORTELLA, 1981).

Pouco tempo depois, Mesquita e Gaudêncio (1982), desenvolveram um método que leva em conta o volume dos grãos por meio de uma relação entre peso e volume. Este método ficou conhecido como volumétrico, apresentando confiabilidade de 94%. O método consiste em duas

operações, uma delas foi determinada por Mesquita (1995), que leva conta o tamanho da plataforma de corte da colhedora que é delimitada por uma área de 2,0 m², indicando a construção de um retângulo de madeiras, posteriormente, coleta-se os grãos perdidos nessa área, e coloca-se os mesmos em um copo volumétrico com marcas na lateral em uma escala de sacas por hectare (saca de 60 kg).

Com base nesta metodologia, a EMBRAPA (2011), desenvolveu o método do copo medidor, que consiste em coletar os grãos após a passagem da colhedora, em uma armação retangular de dois metros quadrados, onde uma das medidas é a largura da plataforma de corte da colhedora e a outra medida muda de acordo com o tamanho da plataforma de corte.

Para determinar a medida do comprimento deste tipo de armação, divide-se o número dois (área de 2m²) pela largura da plataforma ($x=2/y$). Por exemplo, em uma plataforma de 9,1 m de largura, o valor do comprimento da armação será de $C = 2/9,1 = 0,22$ m ou 22 cm (Figura 6).

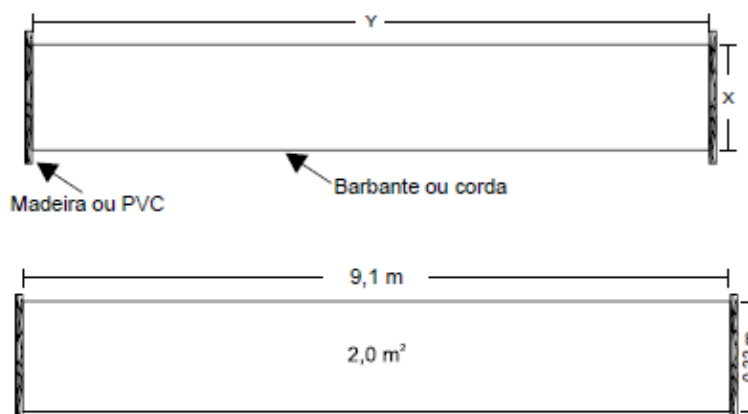


Figura 6 - Determinação do tamanho da estrutura.

Fonte: EMBRAPA, 2011.

Após a coleta dos grãos, estes são depositados num recipiente transparente (copo) que apresenta uma escala graduada que indica diretamente a perda de grãos que está ocorrendo naquele momento. Basicamente, a EMBRAPA desenvolveu algo mais fácil de ser transportado no campo, sendo que uma estrutura de madeira com cordas pode ser facilmente transportada e, com o copo medidor, não há necessidade de cálculos, o que facilita o trabalho no momento da determinação das perdas.

Outra metodologia pouco utilizada é a da circunferência que consiste em uma armação circular com diâmetro de 0,56 m, totalizando uma área de amostragem de 0,246 m², onde é realizada a coleta do material com essa armação que pode ser construída de arame ou outro

material. A coleta é feita em qualquer parte da área de forma aleatória sendo indicado no mínimo três repetições, após a coleta pesa-se o material e então é feita a média das amostras, partindo disso é calculada a perda em um hectare, através de uma regra de três chega-se ao valor (OLIVEIRA et al. 2017).

A metodologia do metro quadrado consiste em uma armação quadrada de 1 por 1 metro, com esta armação coleta-se aleatoriamente na área, sendo indicado no mínimo três repetições, após coleta é realizada a média e então uma regra de três para obter o valor da perda em um hectare (OLIVEIRA et al. 2017).

Conforme Mesquita et al. (1998), para determinar as perdas podemos utilizar uma armação retangular, construída com duas barras metálicas e dois cordões de náilon de medidas ajustáveis para a plataforma de corte, deve-se manter uma área de amostra de 2,0 m².

2.5 Tamanho de Amostra

Conforme Dias (2012), quando se busca avaliar um grupo onde são analisados vários componentes, diz-se que está se trabalhando com uma população. Porém, muitas vezes é inviável trabalhar com um tamanho de amostra muito grande ou próximo da população, por questões de recursos financeiros e mão-de-obra para execução das avaliações. Neste contexto, é necessário, em termos de viabilidade econômica e esforço empregado, tirar conclusões avaliando apenas uma porção do grupo que compõem a população total. (LEVIN, 1987). Nesse sentido, a identificação do tamanho de amostra mínimo para realizar a quantificação, possui relação direta com a aceleração da avaliação, reduzindo o trabalho e o tempo para determinação das perdas (BISOGNIN, 2015).

Câmara et al. (2007), encontraram diferenças significativas para o tamanho de amostra em relação as perdas totais na colheita de soja em suas pesquisas. Utilizando uma armação de 3,0 m², foram encontradas perdas 62% maiores do que com uma armação de 2,0m². Isso mostra que a metodologia utilizada atualmente, que recomenda o uso de 2,0 m² pode estar equivocada, podendo resultar em valores de perdas menores que as perdas reais. Entretanto, LOUREIRO Jr. et al. (2014), aponta que não houve diferença na quantificação das perdas com tamanhos de amostra de 1, 2 e 3 m², recomendando o uso do quadro de 1 m² devido a maior conveniência na amostragem. CÂMARA et al. (2007) também verificou que quanto maior for a área amostral menor será o coeficiente de variação, mantendo a largura de corte.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e informações gerais

O experimento foi realizado na Granja Bock, localizado no município de Alegrete/RS, no ano agrícola de 2017/18. A altitude do terreno na área onde foi conduzido o experimento é de 130 metros em relação ao nível do mar, com superfície plana, e coordenadas geográficas de Longitude Sul 55° 47' 45'' e Latitude Oeste 25° 45' 34''. A propriedade trabalha com arroz irrigado e soja no sistema de rotação de culturas, com 45 hectares de cada cultura, totalizando 90 hectares de área de produção. Este sistema já está implantado há 8 anos, sendo que no período de inverno a área fica em pousio. A densidade de semeadura foi de 60 kg ha⁻¹, com espaçamento entre linhas de 0,45m e população de plantas esperada de 14 plantas por metro e 311.111 plantas por hectare. Por suas características de relevo e drenagem natural, a área pode ser classificada como várzea. Para Carvalho et al. (2003), as regiões denominadas várzeas, são áreas úmidas que compreendem inúmeros ecossistemas e, além disso, são locais estratégicos de conservação, devido a sua alta diversidade biológica e produtividade que resultam das relações estabelecidas entre a fauna, vegetação, solo e água.

A cultivar de soja utilizada foi a Brasmax Ponta IPRO¹, com boa adaptação à solos de várzea e elevado potencial produtivo. A cultivar possui resistência ao nematóide de cisto, o peso de mil sementes é 0,166 quilogramas, com época de semeadura recomendada para a região Sul entre os dias 10/10/2017 a 25/10/2017. Seu ciclo é precoce, com duração próxima a 115 dias (ROOS, 2018). A semeadura foi realizada em 27/11/2017 e a colheita em 29/04/2018. Para o cultivo da soja, o produtor não fez uso de irrigação.

3.2 Material

Foi utilizada uma colhedora combinada autopropelida da marca Massey Ferguson, modelo 3640, ano 1987, com aproximadamente 3500 horas de uso (Figura 7), equipada com plataforma de corte rígida que é mais indicada para cultura do arroz irrigado, não sendo a mais adequada para a cultura da soja. A colhedora possui motor Perkins A6-358, com seis cilindros e 80,85 kW (110 cv) de potência nominal no motor a 2200 RPM. A tração traseira auxiliar foi instalada pós fabricação, sendo esta da marca Bertoldo. Os rodados da colhedora são compostos

¹ A citação de marca comercial não implica na sua recomendação pelo autor.

por pneus de tração extra R2 (arrozeiros), sendo os pneus dianteiros nas medidas 23.1 26” e os traseiros 14.9 24”. O sistema de trilha é classificado como tangencial (convencional), por cilindro e côncavo de dentes com área de trilha igual a 5,78 m², com ângulo de envolvimento de aproximadamente 106° e diâmetro do cilindro de 0,55m. No batedor traseiro a separação dos grãos é feita por meio de saca palhas de quatro unidades com área de 4,05 m². A área de separação possui um total de total de 3,63 m², as peneiras possuem área de 1,43 m² e o bandejão 2,2 m² (Massey Ferguson, 1987).



Figura 7 - Colhedora Massey Ferguson 3640 utilizada no experimento.

Para a determinação das perdas, foi utilizado um retângulo confeccionado com madeiras e cordas de dimensões de 1,025 por 3,9 m. O mesmo possui cinco subdivisões, com áreas de 0,5 m², 0,5 m², 1,0 m², 1,0 m² e 1,0 m², respectivamente, totalizando 4,0 m². O comprimento da estrutura corresponde à largura da plataforma de corte da colhedora, que possui 3,9 m (13 pés), conforme ilustrado na Figura 8. Na Figura 9 está a estrutura utilizada no experimento. A finalidade de a estrutura apresentar subdivisões será explicada posteriormente em tópico específico para tal.

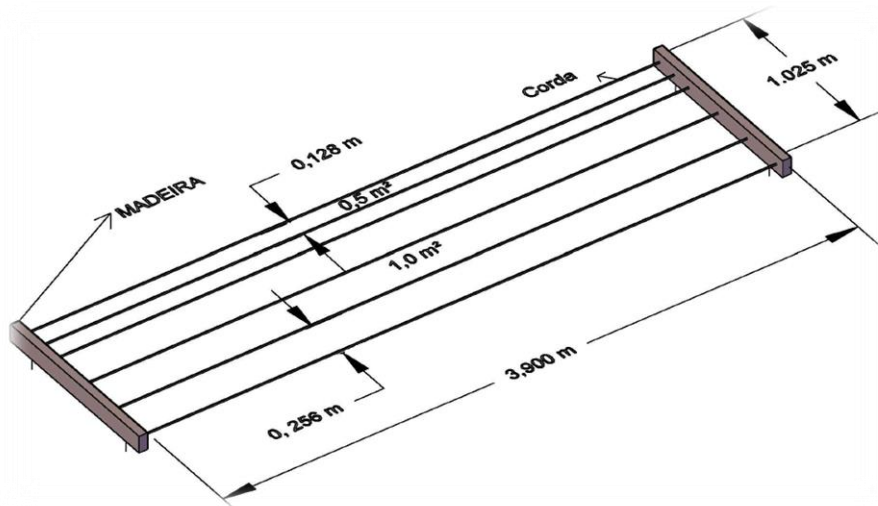


Figura 8 - Layout da estrutura de madeira e cordas utilizada para determinação de perdas na colheita mecanizada da soja.



Figura 9 – Estrutura de madeira e cordas utilizada para determinação de perdas na colheita mecanizada da soja.

Foram realizadas medições de umidade ao decorrer do experimento. A umidade dos grãos foi monitorada com o medidor Motomco 919[®] C. Para o acondicionamento das amostras de grãos perdidos, foram utilizados copos plásticos com capacidade de 100 ml. As amostras para aferição da umidade foram acondicionadas em embalagens plásticas com capacidade de 3,0 litros. Assim, foram empregados 320 copos e 10 embalagens plásticas. A pesagem dos grãos foi realizada com uma balança de precisão (Figura 10).



Figura 10 – Amostras para determinação da produtividade nas embalagens plásticas e de perdas nos copos plásticos (a), e balança de precisão utilizada nas pesagens (b).

3.3 Coleta de dados

Foram coletados dados de produtividade, perdas pré-colheita, perdas na plataforma de corte e perdas totais. Para determinação da produtividade (kg ha^{-1}), foram coletadas as plantas em 4 metros lineares da cultura com quatro repetições. Após este processo, as plantas foram devidamente embaladas em sacos de rafia e debulhadas, posteriormente, os grãos foram pesados a fim de determinar a produtividade no local. Na determinação das perdas na pré-colheita, foi tomado como amostra o espaçamento de duas entrelinhas em um comprimento de 5 metros, totalizando 4 m^2 , com 4 repetições em locais aleatórios do talhão.

Na determinação das perdas na plataforma e perdas totais foi utilizada uma estrutura em formato de retângulo, construído de sarrafos de madeira e cordas de nylon, conforme citado no item 3.2. Para a determinação de perdas de grãos na plataforma da colhedora, parou-se a operação de colheita e a máquina retrocedeu uma distância igual ao seu comprimento (PORTELLA, 2000). Desta forma, após percorrer 50 metros da parcela, retrocedeu-se com a máquina o seu comprimento, afim de coletar os grãos perdidos na plataforma de corte. Logo após esvaziou-se o sistema de trilha, para então prosseguir o experimento na parcela seguinte. As perdas totais foram determinadas após a passagem completa da colhedora pela área experimental, entre 30 e 40 metros da parcela. Na Figura 11 pode-se visualizar o esquema descrito acima.

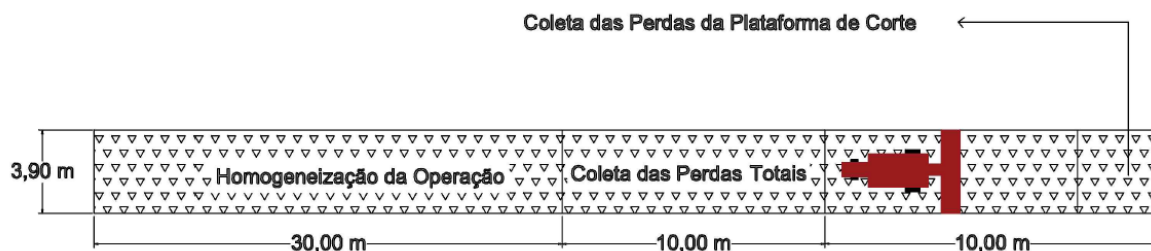


Figura 11- Esquema para determinação de perdas na colheita mecanizada de soja; PP: Perdas na Plataforma; PT: Perdas Totais.

Também foram determinadas indiretamente as perdas pelos mecanismos internos da colhedora, pela equação 1 abaixo:

$$P_{mi} = P_t - P_{plat} - P_{pré} \quad (\text{Equação 1})$$

P_{mi} = Perdas nos mecanismos internos

P_t = Perdas totais

P_{plat} = Perdas na plataforma de corte

$P_{pré}$ = Perdas na pré colheita

3.4 Tratamentos, análise estatística e delineamento experimental

No experimento principal, os tratamentos foram compostos pela combinação de quatro velocidades de colheita e dois diferentes índices de molinete, resultando nos tratamentos apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Combinação dos fatores para formação dos tratamentos que compuseram o experimento principal.

Velocidade (km h ⁻¹)	Índice de molinete (IM)	
	1,0	1,2
3,0	T1	T2
5,0	T3	T4
7,0	T5	T6
9,0	T7	T8

No experimento secundário, os tratamentos foram formados pela combinação dos índices de molinete de 1,0 e 1,2 com as velocidades de colheita de 3, 5, 7 e 9 km h⁻¹ e cinco tamanhos de amostra (0,5, 1,0, 2,0, 3,0 e 4,0 m²) em parcelas subsubdivididas com delineamento inteiramente casualizado. O experimento contou com 40 tratamentos e 4 repetições, totalizando 160 parcelas experimentais. Como as perdas foram avaliadas em dois locais, plataforma de corte e perdas totais, chegou-se ao total de 320 parcelas. Na Figura 12 termos a disposição dos tratamentos no experimento.

T2	T8	T3	T1
T4	T1	T8	T6
T8	T3	T6	T4
T2	T1	T2	T7
T6	T3	T8	T5
T7	T7	T5	T5
T2	T4	T7	T1
T6	T3	T5	T4

Figura 12 - Disposição dos tratamentos no experimento principal conduzido em delineamento inteiramente casualizado.

As aferições da velocidade de deslocamento e do índice de molinete na colhedora foram realizadas de forma manual. Para a determinação da velocidade de deslocamento da colhedora, duas balizas foram alocadas a uma distância de 50 metros entre si e, então, com o auxílio de um celular foi cronometrado o tempo de percurso da colhedora. Após aferição da velocidade, foram anotadas as respectivas marchas e avanços hidráulicos que correspondiam a cada velocidade de deslocamento citadas acima.

Para determinar o índice de molinete (IM), foi necessário calcular sua velocidade tangencial utilizando a fórmula proposta por PORTELLA (2000), mostrada na Equação 2. Para calcular a velocidade tangencial do molinete, foi medido o raio do mesmo, para assim, determinar as rotações a partir da marcação de um ponto em sua periferia e outro ponto de referência na colhedora. Foram então contabilizados o total de voltas em um minuto do

molinete, ou seja, o RPM. Para mudar o índice de molinete foi tomado como referência a abertura de um pistão hidráulico responsável por controlar a rotação.

$$VTM = RPM * 0,10467 * RM \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

VTM = Velocidade tangencial do molinete ($m s^{-1}$)

RPM = Rotações Por Minuto (molinete).

RM = Raio do molinete (m)

0,10467 = Constante

Após determinar a velocidade tangencial do molinete calculou-se o índice de molinete substituindo o valor na fórmula mostrada por PORTELLA (2000), conforme a Equação 3 abaixo:

$$IM = \frac{VTM}{VAC} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

IM = Índice de molinete

VTM = velocidade tangencial do molinete ($m s^{-1}$)

VAC = Velocidade de avanço da colhedora ($m s^{-1}$)

As demais regulagens na colhedora foram mantidas fixas, abertura de peneiras em 50%, côncavo com abertura em 2, a mesma varia numa escala de 0 a 10. O ventilador com uma abertura de 40%. Cilindro com 850 RPM.

Os dados foram analisados através do software Agro Estat 1.1[®], e submetidos à testes de normalidade e homogeneidade das variâncias. Quando estes apresentaram condições de normalidade e homogeneidade, foi realizada análise da variância com o intuito de encontrar diferenças entre as médias dos tratamentos e interação entre os tratamentos. Quando foram observadas diferenças significativas realizou-se a análise complementar dos experimentos através do teste de Tukey aos níveis de 1,0 e 5,0% de probabilidade de erro.

As perdas na pré-colheita foram estimadas e descontadas, levando em conta apenas o efeito da colhedora sobre as perdas. Nos próximos itens serão apresentados os valores obtidos no experimento para Produtividade e Perdas na Pré-Colheita, Perdas na Plataforma de corte, Perdas nos Mecanismos Internos e Perdas Totais, respectivamente, sendo eles os itens 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produtividade e Perdas Pré-Colheita

A produtividade média observada na área do experimento foi de 41,5 sacas por hectare, conforme mostra a Tabela 2, em um talhão uniforme e com alta densidade de plantas. As perdas pré-colheita chegaram a 0,7 kg ha⁻¹, o que representa 0,028 % da produtividade e 0,6% da média das perdas totais. Embora neste experimento as perdas pré-colheita não tenham apresentado valores significativos, em alguns casos, podem representar perdas econômicas consideráveis. Ainda em relação às perdas em pré-colheita, de acordo com a EMBRAPA (2002), cerca de 3,0% das perdas totais pode ocorrer por debulha natural ou deiscência dos legumes.

Tabela 2- Produtividade e perdas na Pré-colheita no local do experimento. Alegrete, RS, 2018.

Amostra	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Perdas na Pré-Colheita (kg ha ⁻¹)
1	2418	0,6
2	2436	0,5
3	2838	0,9
4	2262	0,8
Média± DP*	2490 ± 212,4	0,7 ± 0,16

*DP: Desvio padrão da média amostral.

Os valores médios de umidade do grão encontrados oscilaram entre 13,6% e 13,8%. Os pesquisadores Heiffing e Câmara (2006), Loureiro Jr. et al. (2014) e Mendes (2014), indicam que a soja colhida com umidade entre 12% e 15% têm minimizado os problemas de danos mecânicos e perdas na colheita. Ainda em relação ao ponto de colheita, a John Deere (2004), aponta que a cultura deve estar pronta para trilhar quando o teor de umidade não for muito alto e a palha não se encontrar verde, condições que coincidem com as encontradas no momento da execução deste experimento. Contudo, vale mencionar que com uma umidade excessivamente baixa no momento da colheita, a deiscência dos legumes ocorre de forma natural e o impacto das partes móveis da colhedora com as plantas acaba aumentando a perda de grãos, o chamado impacto induzido. Para Mendes (2014), quando a lavoura é destinada à produção de grãos, quanto mais baixa for a umidade dos grãos na lavoura, maior poderá ser a deiscência, havendo ainda casos de reduções acentuadas na qualidade do produto.

4.2 Experimento Principal: perdas na colheita

Os tratamentos foram compostos pela combinação de quatro velocidades de colheita e dois diferentes índices de molinete, nos itens a seguir serão apresentadas as sínteses da análise de variância e interações para os mesmos.

Pode-se visualizar na Figura 13 que a média das perdas na pré-colheita foi de $0,7 \text{ kg ha}^{-1}$, na plataforma de corte de 61 kg ha^{-1} , nos mecanismos internos foi de 42 kg ha^{-1} e a média das perdas totais foram de 103 kg ha^{-1} . Que foram superiores a 60 kg ha^{-1} . Segundo Pinheiro Neto (2003), e Embrapa (2012), as perdas toleráveis durante a colheita de soja devem ser no máximo de 42 a 60 kg ha^{-1} . Para Portella (2000), se as perdas na colheita mecanizada forem superiores a $1,0$ saca por hectare (60 kg ha^{-1}) há uso inadequado da máquina. Desta forma, as médias de perdas de grãos encontradas neste trabalho estão acima do recomendado pelos referidos autores.

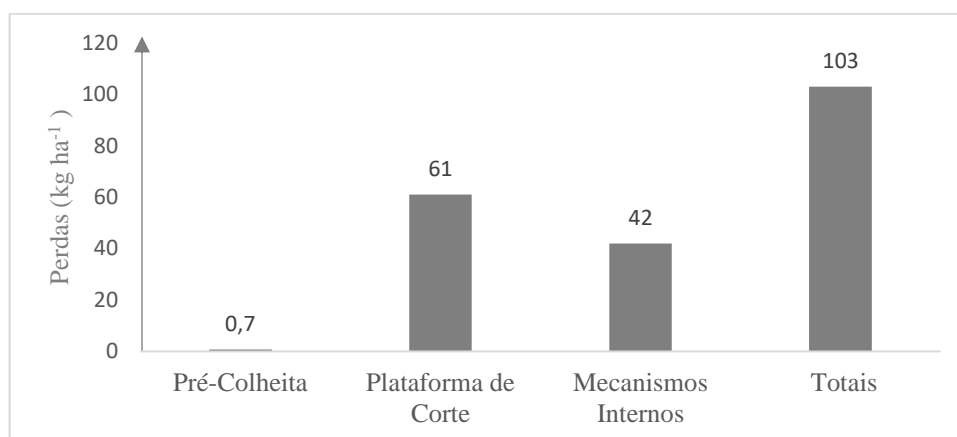


Figura 13- Tipificação das perdas na colheita mecanizada da soja nas médias gerais do experimento.

As perdas na pré colheita foram descontadas foram elas representariam $0,6\%$ das perdas totais. As perdas na plataforma de corte representam cerca de 60% das perdas totais (Figura 14). Destacando ainda, que para a velocidade de $9,0 \text{ km h}^{-1}$ ocorreu aumento das perdas na plataforma que representaram 67% das perdas totais ($3,4\%$ da produtividade). As médias observadas corroboram com os resultados citados pela EMBRAPA (2002), a qual aponta que a maior parte das perdas totais ocorre na plataforma de corte. Viegas Neto et al. (2013), observaram que as perdas na plataforma de corte representam $71,7\%$ das perdas totais. Os valores de perdas na plataforma de corte podem ter aumento devido à deiscência induzida pela colhedora. Para Mesquita e Costa (2005), deiscência induzida é a abertura da vagem por impacto, compressão ou atrito ocorridos durante a colheita mecanizada. Nos mecanismos

internos as perdas representam 40% das perdas totais. Próximo dos valores encontrados por Diehl e Junquetti (2005), onde as perdas nos mecanismos internos representaram aproximadamente 25% das perdas totais.

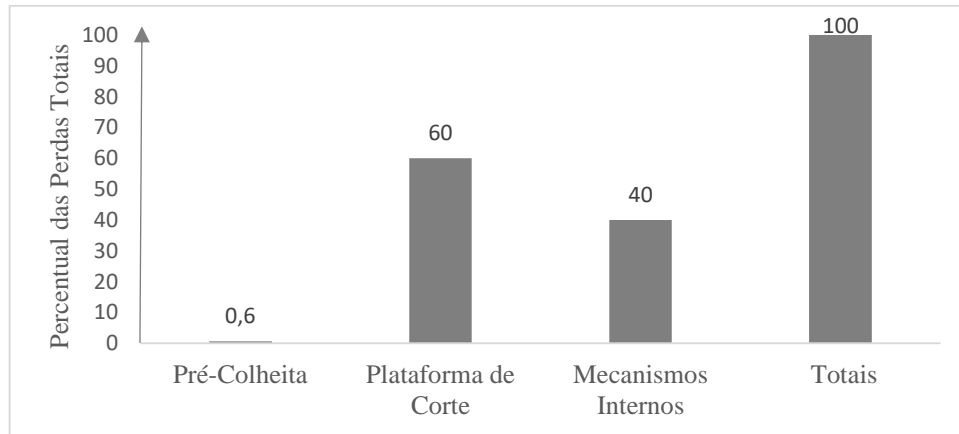


Figura 14- Porcentagem de perdas mensuradas com base nas perdas totais.

As perdas na pré colheita representam 0,028% da produtividade, na plataforma de corte as perdas representaram 2,4% da produtividade, nos mecanismos internos 1,7% da produtividade e as perdas totais somariam 4,1% da produtividade, como as perdas na pré colheita foram descontadas para ser analisado apenas o efeito da colhedora sobre as perdas de grãos (Figura 15).

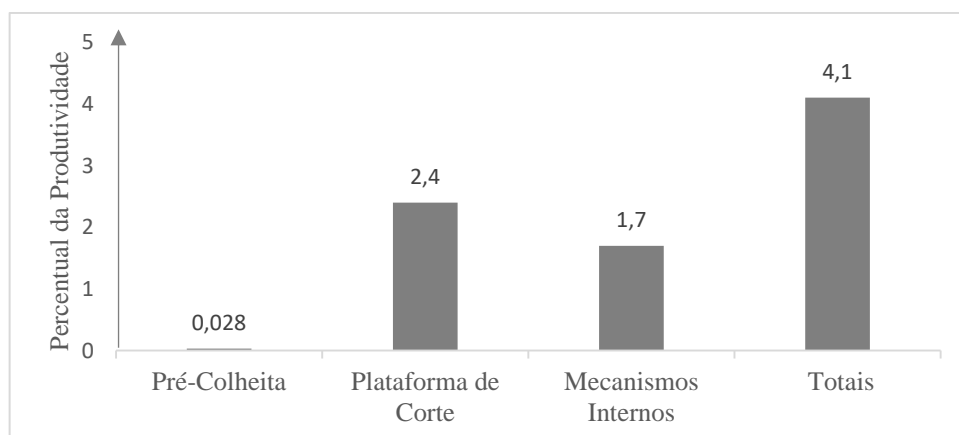


Figura 15- Porcentagem das perdas mensuradas com base na produtividade (2490 kg ha⁻¹ ou 41,5 sc ha⁻¹).

4.2.1 Perdas na plataforma de corte

Em relação às perdas na plataforma, observou-se que houve efeito significativo isolado dos três fatores e apenas não houve interação entre IM e o tamanho de amostra assim como o efeito da interação tripla também não foi significativo (Tabela 3). Quando houve interação significativa, as médias foram discutidas em conjunto como será visto a seguir.

Tabela 3- Síntese da análise de variância para efeitos principais e interações para perdas na plataforma de corte. Alegrete, RS, 2018.

Causas de Variação	GL ¹	SQ ²	QM ³	F ⁴
Velocidade de deslocamento	3	31572,2	10524,1	659,6**
Índice de molinete	1	3241,0	3240,1	422,1**
Tamanho de amostra	4	821,2	205,3	26,4**
Velocidade x índice de molinete	3	1530,7	510,2	66,5**
Velocidade x tamanho de amostra	12	1000,6	83,4	10,7**
Índice x tamanho de amostra	4	49,8	12,4	1,6 ^{NS}
Velocidade x índice x tamanho de amostra	12	271,1	22,6	2,9 ^{NS}
Total	159	39516,8		

GL¹ = graus de liberdade; SQ² = soma de quadrados; QM³ = quadrado médio; F⁴ = F tabelado; ** = significativa ao nível de 1% de probabilidade de erro; * = significativa ao nível de 5 % de probabilidade de erro; NS = não significativo a nível de 1% de probabilidade de erro.

Média geral: 60,7; Coeficiente de variação para parcelas: 6,6%; Coeficiente de variação para subparcelas: 4,6%; Coeficiente de variação para Sub-subparcelas: 4,6%.

Em relação ao índice de molinete, foram observadas diferenças significativas entre os índices analisados no experimento no que tange às perdas na plataforma de corte (Tabela 4). O índice 1,0 apresentou perdas de grãos menor que o índice de 1,2 em todas as velocidades estudadas. Isto se deu pelo fato de que em lavoras muito densas, como era o caso, o índice de molinete mais indicado seria igual ou próximo a 1,0. Este resultado condiz com o encontrado por Mesquita e Costa (2005), que apontam que cerca de 80% das perdas ocorrem na plataforma de corte, pelo fato de o molinete estar desajustado em relação à sua velocidade ou posição.

Tabela 4 - Desdobramento das interações entre velocidades de colheita e índices de molinete na plataforma de corte. Alegrete, RS, 2018.

Velocidade (km h ⁻¹)	Índice de Molinete		
	1,0	1,2	Média
		kg ha ⁻¹	
3,0	48,1 Bb*	51,2 Ac	49,9 c
5,0	49,1 Bb	53,0 Ac	51,0 c
7,0	47,9 Bb	66,6 Ab	57,3 b
9,0	79,5 Ba	89,5 Aa	84,5 a
Média	56,2 B	65,2 A	

* Médias seguidas de letras diferentes na linha e na coluna diferem significativamente a 1% de erro. Letras minúsculas na coluna, DMS = 3,0; Letras maiúscula na linha, DMS = 1,9.

As médias de perdas na plataforma de corte em função da velocidade de deslocamento também diferiram significativamente (Tabela 4). As perdas aumentaram gradualmente com a elevação da velocidade de colheita, ocorre que apenas as duas velocidades inferiores não diferiram entre si. Os dados encontrados vão ao encontro de Cunha e Zandbergen (2007), que na conclusão de sua pesquisa recomendaram que para uma menor perda de grãos na colheita mecanizada da soja, a velocidade de trabalho indicada é entre 4,0 e 7,0 km h⁻¹. Isso fica claro quando se observa a velocidade de 9,0 km h⁻¹, onde a média de perdas foi muito superior em relação às outras velocidades.

No IM de 1,0, apenas na velocidade de 9,0 km h⁻¹ apresentou diferença significativa, a qual teve um valor de perda de grãos maior que nas demais velocidades. Na coluna do IM 1,2 observa-se que as velocidades de 3,0 e 5,0 km h⁻¹ diferiram das outras velocidades, obtendo perdas menores que nas velocidades superiores. As velocidades de 7,0 e 9,0 km h⁻¹ diferiram entre si, onde na velocidade de 9,0 km h⁻¹ foram observadas as maiores perdas de grãos. Para ambos os índices de molinete, as maiores perdas ocorreram na velocidade de 9,0 km h⁻¹. Tais resultados endossam o trabalho de Machado (2012), onde a combinação entre a rotação do molinete e a velocidade de deslocamento foram fundamentais para a minimização das perdas ocorridas na plataforma de corte durante o processo de colheita da soja. A umidade de colheita baixa proporcionou um aumento nas perdas no IM 1,2 devido a deiscência induzida. Os pesquisadores Bauer e Gonzatti (2007), apontam que a baixa umidade dos grãos durante a colheita, proporcionam uma maior quantidade de grãos perdidos principalmente na plataforma de corte da colhedora como já foi mencionado anteriormente.

4.2.2 Perdas nos mecanismos internos

Na análise de perdas nos mecanismos internos da colhedora, observou-se uma diferença significativa entre os tratamentos referentes à velocidade e índice de molinete e, também, na interação de velocidade com índice de molinete conforme mostrado na Tabela 5.

Tabela 5 – Síntese da análise de variância para efeitos principais e interações para perdas nos mecanismos internos. Alegrete, RS, 2018.

Causas de Variação	GL ¹	SQ ²	QM ³	F ⁴
Velocidade de Deslocamento	3	1309,5	436,5	138,5 **
Índice de Molinete	1	37,0	37,0	10,1 **
Tamanho de Amostra	4	4,3	1,1	0,3 NS
Velocidade x Índice de Molinete	3	199,6	66,5	18,1 **
Velocidade x Tamanho de Amostra	12	55,1	4,6	1,2 NS
Índice x Tamanho de Amostra	4	9,2	2,3	0,6 NS
Velocidade x Índice x Tamanho de Amostra	12	126,9	10,6	2,8 NS
Total	159	2183,6		

GL¹ = graus de liberdade; SQ² = soma de quadrados; QM³ = quadrado médio; F⁴ = F tabelado; ** = significativa ao nível de 1% de probabilidade de erro; * = significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro; ns = não significativo a nível de 1% de probabilidade de erro.

Média geral: 41,5. Coeficiente de variação para parcelas: 4,3%; Coeficiente de variação para subparcelas: 4,6%; Coeficiente de variação para Sub-subparcelas: 4,7%.

Na análise da interação entre velocidade de colheita e índice de molinete, conforme apresentado na Tabela 6, foram observadas diferenças significativas entre os índices de molinete, seguindo os resultados obtidos na plataforma de corte, onde o índice igual a 1,0 resultou em perda de grãos menor que o índice de 1,2. Estes resultados encontrados estão em conformidade com as recomendações de Bragachini e Boneto (1990), os quais citam que para uma lavoura densa é recomendado um índice baixo, ou seja, igual ou próximo de 1,0.

Tabela 6- Desdobramento das interações entre velocidades de colheita e índices de molinete nos mecanismos internos. Alegrete, RS, 2018.

Velocidade (km h ⁻¹)	Índice de Molinete		
	1,0	1,2	Média
		Kg ha ⁻¹	
3,0	35,5 Bc*	40,2 Ab	37,9 d
5,0	39,1 Ab	40,0 Ab	39,6 c
7,0	45,1 Aa	44,6 Aa	44,8 a
9,0	44,2 Aa	43,1 Aa	43,6 b
Média	41,0 B	42,0 A	

* Médias seguidas de letras diferentes na linha e na coluna diferem significativamente a 1% de erro. Letras minúsculas na coluna, DMS = 1,6; Letras maiúscula na linha, DMS = 1,3.

É importante observar que ao considerar as oscilações de perdas, que foram em sua maioria pequenas entre as parcelas experimentais, ainda assim foi possível detectar diferenças significativas entre os mesmos. Resultado que valida a metodologia empregada pelos baixos coeficientes de variação que expressam pouca diferença entre repetições do mesmo tratamento.

Da mesma forma, as médias de perdas nos mecanismos internos em função de velocidades de deslocamento também diferiram significativamente, onde as velocidades de 7,0 e 9,0 km h⁻¹ obtiveram uma perda de grãos superior as de 3,0 e 5,0 km h⁻¹. Resultados semelhantes foram encontrados por Nunes (2016), o qual aponta que, para uma menor perda de grãos no momento da colheita, deve-se usar as velocidades de trabalho entre 4 e 5 km h⁻¹. Na velocidade de 3,0 km h⁻¹ para o menor índice de molinete as médias diferiram dos demais tratamentos com a menor média de perdas de grãos. Esta condição de trabalho proporcionou a melhor capacidade processamento da colhedora, sem sobrecarregar os mecanismos internos. Queiroz et al. (2014), apontam que cada colhedora possui mecanismos com uma determinada capacidade de processamento, o que depende de suas características mecânicas e as condições do produto que está sendo colhido, influenciando diretamente nas perdas quantitativas. Balastreire (2005), aponta que a capacidade máxima de processamento da colhedora pode ser definida quando as perdas de grãos chegam a 3% da produtividade. Os dados obtidos neste trabalho ficaram abaixo deste valor, indicando que a colhedora trabalhou com uma taxa de alimentação adequada.

Outro fato importante é que, ao analisar as médias de perdas em cada velocidade de colheita, a de 7 km h⁻¹ perdeu mais grãos que a de 9 km h⁻¹, como o valor referente ao DMS é muito pequeno, qualquer oscilação pode interferir na média, entretanto, este fator não se mostrou preponderante em relação aos resultados dentro da interação.

4.2.3 Perdas totais

Em relação às perdas totais, observou-se que houve efeito significativo isolado dos três fatores e apenas não houve efeito significativo na interação tripla (Tabela 7).

Tabela 7 – Síntese da análise de variância para efeitos principais e interações para as perdas totais de grãos na colheita mecanizada da soja. Alegrete, RS, 2018.

Causas de Variação	GL ¹	SQ ²	QM ³	F ⁴
Velocidade de Deslocamento	3	40679,8	13559,9	883,2 **
Índice de Molinete	1	3970,1	3970,1	447,4 **
Tamanho de Amostra	4	781,7	195,4	28,8 **
Velocidade x Índice	3	997,1	332,4	37,5 **
Velocidade x Tamanho de Amostra	12	855,5	71,3	10,5 **
Índice x Tamanho de Amostra	4	88,2	22,1	3,3 *
Velocidade x Índice x Tamanho de Amostra	12	160,9	13,4	2,0 NS
Total	159	48474,4		

GL¹ = graus de liberdade; SQ² = soma de quadrados; QM³ = quadrado médio; F⁴ = F tabelado; ** = significativa ao nível de 1% de probabilidade de erro; * = significativa ao nível de 5 % de probabilidade de erro; ns = não significativo a nível de 1% de probabilidade de erro.

Média geral: 102,1; Coeficiente de variação para parcelas: 3,8%; Coeficiente de variação para subparcelas: 2,9%; Coeficiente de variação para Sub-subparcelas: 2,5%.

Em relação às perdas totais, observou-se na Tabela 8 que no IM igual a 1,0 todas as velocidades de deslocamento diferiram, enquanto que no IM igual a 1,2, não houve diferença significativa entre as velocidades de 3 e 5 km h⁻¹, assim como os resultados obtidos por Mesquita et al. (2006), que em sua pesquisa encontrou as menores perdas na colheita em velocidades próximas à faixa de 4,5 a 5,5 km h⁻¹.

Tabela 8 - Interação entre velocidades e índices de molinete para as perdas totais. Alegrete, RS, 2018.

Velocidade (km h ⁻¹)	Índice de Molinete		Média
	1,0	1,2	
		Kg ha ⁻¹	
3,0	83,7 Bd*	91,8 Ac	87,7 d
5,0	88,2 Bc	92,9 Ac	90,6 c
7,0	93,0 Bb	111,2 Ab	102,1 b
9,0	123,7 Ba	132,6 Aa	128,1 a
Média	97,1 B	107,1 A	

* Médias seguidas de letras diferentes na linha e na coluna diferem significativamente a 1% de erro. Letras maiúscula na coluna, DMS = 3,0; Letras minúscula na linha, DMS = 2,0.

O índice de molinete seguiu a tendência apontada nos itens anteriores de perdas na plataforma de corte e mecanismos internos, onde o índice de 1,0 apresentou menores perdas de grãos que o índice de 1,2, e os valores diferiram em todas as velocidades. Na velocidade de 3,0 km h⁻¹ e IM igual à 1,0 ocorreu a menor perda de grãos, diferindo sua velocidade das demais, ficando evidenciado que nessa situação, a colhedora obteve uma melhor capacidade de processamento dos grãos. Contradizendo o recomendado por Costa e Mesquita (2001) que recomendam uma velocidade do molinete ligeiramente superior à da colhedora, cerca de 25% superior.

4.3 Experimento Secundário: tamanho de amostra

É composto pelos tratamentos do experimento principal mais o tratamento de tamanhos de amostra. Nos itens a seguir serão apresentadas as interações dos mesmos.

4.3.1 Tamanho de amostra para perdas na Plataforma de Corte

É importante mencionar que o método utilizado para comparar os tamanhos de amostra é apenas um dos muitos que têm esta finalidade. Este método pôde ser empregado devido aos resultados apresentarem homogeneidade de variâncias, indicando que pertencem à uma mesma população de dados amostrais. Os tamanhos de amostra apresentaram diferenças significativas (Tabela 9), onde os valores de 0,5 e 1,0 m², diferiram significativamente dos valores de 2,0, 3,0 e 4,0 m². Os tamanhos de 0,5 e 1,0 m², subestimaram as perdas de grãos. Entretanto, Loureiro Jr. et al. (2014), apontaram em seu trabalho, que não houve diferenças na quantificação das perdas com tamanhos de amostra de 1, 2 e 3 m², recomendando o uso de 1 m², devido à maior conveniência na amostragem, contradizendo os resultados encontrados neste trabalho.

Tabela 9 - Desdobramento das interações entre velocidade de colheita e tamanho de amostra para perdas na plataforma de corte. Alegrete, RS, 2018.

Velocidade (km h ⁻¹)	Tamanho de Amostra (m ²)					Média
	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	
	Kg ha ⁻¹					
3,0	43,2 Bc*	44,5 Bc	53,3 Ab	53,5 Ab	54,7 Ab	49,9 c
5,0	45,8 Bc	45,7 Bc	55,2 Ab	53,0 Ab	55,3 Ab	51,0 c
7,0	57,2 ABb	59,0 Ab	57,3 ABb	54,7 Bb	58,0 ABb	57,3 b
9,0	84,0 Aa	84,2 Aa	85,1 Aa	85,0 Aa	84,1 Aa	84,5 a
Média	57,6 B	58,4 B	62,7 A	61,5 A	63,0 A	

* Médias seguidas de letras diferentes na linha e na coluna diferem significativamente a 1% de erro. Letras minúsculas na coluna, DMS = 4,0; Letras maiúscula na linha, DMS = 3,8.

Os demais tamanhos de amostra, sendo eles de 2,0, 3,0 e 4,0 m², não diferiram significativamente entre si, sendo assim, é recomendado o uso do tamanho de amostra de 2,0 m² por conta da agilidade e do menor tempo necessário no momento de determinar as perdas. Bisognin (2015), que trabalhou com a cultura do arroz irrigado, cita que o tamanho de amostra mínimo para realizar a quantificação das perdas, tem relação direta com a aceleração da avaliação, reduzindo o trabalho e o tempo para determinação das perdas.

O tamanho de amostra de 2,0 m² vai ao encontro do recomendado pela EMBRAPA (2011), com o método do copo medidor e é indicado o uso de uma armação de madeira e cordas, a qual forma um retângulo de 2 m² com a largura da plataforma de corte e comprimento variando conforme o tamanho desta. Os dados obtidos na Tabela 9 comprovam que essa metodologia está correta com relação ao tamanho de amostra de 2 m². Porém, Câmara et al. (2007), utilizaram uma armação de 3,0 m², foram encontradas perdas 62% maiores do que com uma armação de 2,0m², indo de encontro aos resultados encontrados neste trabalho.

Também foi observado que nos tamanhos de 0,5 e 1,0 m², relacionados com as velocidades de 3,0 e 5,0 km h⁻¹, ocorreu subestimação das perdas de grãos, ou seja, nas velocidades mais baixas houve a tendência de minimizar as perdas.

Nas velocidades de 7,0 e 9,0 km h⁻¹, os tamanhos de amostra não diferiram significativamente, podendo desta forma, ser utilizado qualquer tamanho. Por uma questão de tempo, seria indicado o menor tamanho de amostra (0,5 m²), fato que encontrado na pesquisa realizada por Lazzarotto (2015), onde estimou-se as perdas totais com 5 tamanhos de amostra (1,2,3,4 e 5m²) e com 5 repetições. Não obtendo diferença significativa entre os tratamentos, isso significa que com 1 m² de área coletada é estatisticamente igual a uma área de 5 m² coletada. Portanto com 1 m² já é possível obter a quantidade de grãos perdida durante o processo de colheita

4.3.2 Tamanho de amostra para perdas nos mecanismos internos

Não houve efeito do tratamento de tamanho de amostra sobre as perdas nos mecanismos internos, nem interações com os demais tratamentos, de acordo com as médias demonstradas na Tabela 10.

Tabela 10 – Médias de perdas nos mecanismos internos com relação ao tamanho de amostra.

	Tamanho de Amostra (m ²)				
	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
	Kg ha ⁻¹				
Média	41,6 a	41,4 a	41,6 a	41, a	41,2 a

* Médias seguidas de letras diferentes na linha e na coluna diferem significativamente a 5% de erro. Letras maiúscula na linha, DMS = 1,4.

4.3.3 Tamanho de amostra para perdas Totais

Observou-se na interação entre velocidade de deslocamento e tamanho de amostra (Tabela 11), que os tamanhos de amostra de 0,5 e 1,0 m², diferiram dos demais e minimizaram as perdas de grãos. Os tamanhos de 2,0, 3,0 e 4,0, não diferiram entre si, em razão do tempo seria recomendado o uso de 2,0 m² para determinar as perdas de grãos. De acordo com Câmara et al. (2007), quanto menor a área de amostragem, maior é o coeficiente de variação, muitas vezes encontrando resultados que não condizem com a realidade. Com relação a velocidade de deslocamento a perda de grãos cresceu linearmente com a mesma.

Tabela 11 - Interação entre velocidade descolamento e tamanho de amostra para as perdas totais. Alegrete, RS, 2018.

Velocidade (km h ⁻¹)	Tamanho de Amostra (m ²)					Média
	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	
	Kg ha ⁻¹					
3,0	81,2 Bd*	83,6 Bc	90,7 Ad	90,8 Ac	92,3 Ac	87,7 d
5,0	85,1 Bc	85,3 Bc	95,1 Ac	93,6 Ac	93,7 Ac	90,6 c
7,0	102,0 Ac	102,9 Ab	102,4 Ab	99,8 Ab	103,3 Ab	102,1 b
9,0	128,5 Aa	127,2 Aa	129,1 Aa	128,2 Aa	127,6 Aa	128,1 a
Média	99,2 B	99,7 B	103,1 A	104,2 A	104,3 A	

* Médias seguidas de letras diferentes na linha e na coluna diferem significativamente a 1% de erro. Letras minúsculas na linha, DMS = 3,6; Letras maiúscula na coluna, DMS = 3,8.

Entretanto, ao analisar a interação para os tamanhos de amostra de 0,5 e 1,0 m² observou-se que o aumento da velocidade de deslocamento fez com que o tamanho de amostra não apresentasse diferença significativa, fato que fica evidente quando se observa as velocidades de 3 e 5 km h⁻¹ e as compara com as velocidades de 7 e 9 km h⁻¹. Nas velocidades de 3 e 5 km h⁻¹ relacionados com os tamanhos de amostra de 0,5 e 1,0 m², foi onde as perdas de grãos foram minimizadas. Porém em um trabalho realizado por Bandeira (2017), onde ele

usou três velocidades de deslocamento (3,5;4,5 e 5,5 km h⁻¹) e dois tamanhos amostra (2 e 4 m²), as áreas não apresentaram diferença significativa, e as perdas aumentaram gradualmente com a velocidade.

Na Tabela 12 temos a interação entre velocidade de deslocamento e índice de molinete. Como já observado nos itens anteriores, o índice de molinete de 1,0 mensurou uma perda de grãos menor que o de 1,2.

Tabela 12 - Interação entre índices de molinete e tamanho de amostra para as perdas totais. Alegrete, RS, 2018.

Índice de Molinete	Tamanho de Amostra (m ²)					Média
	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	
	Kg ha ⁻¹					
1,0	93,5 Bb*	94,9 Bb	98,4 Aa	99,1 Ab	99,9 Ab	97,1 b
1,2	104,9 Ca	104,6 Ca	110,3 BCb	107,1 ABa	108,6 Aa	107,1 a
Média	99,2 B	99,7 B	103,1 A	104,2 A	104,3 A	

* Médias seguidas de letras diferentes na linha e na coluna diferem significativamente a 5% de erro. Letras minúsculas na linha, DMS = 2,5. Letras maiúscula na coluna, DMS = 1,8.

Com relação ao tamanho de amostra no IM 1,0, seguiu a mesma tendência, onde os tamanhos de 0,5 e 1,0 m² subestimaram as perdas de grãos e os tamanhos de 2,0, 3,0 e 4,0 m², não difiram entre si, sendo recomendado o de 2,0 m² por uma questão de tempo, para estimar as perdas de grãos na colheita mecanizada da soja. Entretanto no IM de 1,2 os tamanhos de amostra de 0,5 e 1,0 m², diferiram dos de 3,0 e 4,0 m², sendo que os tamanhos de amostra de 0,5, 1,0 e 2,0 m² não diferem entre si, assim como os de 2,0 e 3,0 m².

Em experimento realizado por Sanseverino (2016), o autor concluiu que a área amostral de 4m² é a melhor opção, pois apresenta um menor coeficiente de variação com relação as áreas de 2 e 3 m². Isso faz com que a confiabilidade das perdas totais esteja mais próxima ao real previsto. Nos tamanhos de 0,5 e 1,0 m², as perdas de grãos foram minimizadas para os dois índices de molinete, e no índice de molinete de 1,2 foram ainda mais subestimadas, isso fica evidente ao interpretar a Tabela 11.

Muitas vezes o descaso no monitoramento e estimativa das perdas levam os produtores a acreditar que as mesmas não condizem com o uso inadequado da colhedora e sim com fatores relacionados com a cultura. Para Mesquita e Costa (2005), as perdas no campo e na qualidade dos grãos e das sementes durante a colheita permanecem como um dos problemas mais graves na produção da soja, subestimadas e observadas mais como inerentes à cultura do que como consequências de manejo incorreto derivado das colhedoras.

5 CONCLUSÕES

Diante das condições de realização deste experimento e baseado nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

As perdas na colheita de grãos aumentam em função da velocidade de deslocamento, onde nas maiores velocidades a diferença entre os tratamentos se acentuou;

As perdas na plataforma de corte foram as mais influenciadas pela velocidade de deslocamento e representativas, chegando a mais de 60% das perdas totais na colheita, na maior velocidade de deslocamento;

As perdas totais foram mais influenciadas pelo índice de molinete, o índice de molinete igual a 1,0 teve uma menor perda de grãos que o IM igual a 1,2, o que corresponde aos resultados encontrados na literatura, onde o IM igual ou próximo de 1,0 é recomendado para lavouras mais densas;

Pelo método utilizado, os tamanhos de amostra sofrem efeito da velocidade de deslocamento; com velocidade baixas (3,0 e 5,0 km h⁻¹) os tamanhos de 0,5 e 1,0 m², minimizaram as perdas de grãos, enquanto que os tamanhos de 2,0, 3,0 e 4,0 m², não diferiram significativamente, sendo recomendado o uso do tamanho de 2,0 m² por uma questão de tempo, para determinar as perdas de grãos na colheita mecanizada da soja.

Nas velocidades mais altas (7,0 e 9,0 km h⁻¹) pode ser utilizado qualquer tamanho de amostra. Desta forma, por uma questão de tempo seria indicado o tamanho de 0,5 m².

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S.; MIRANDA, M. A. C.; CAMPELO, G. J. A. Melhoramento da soja para regiões de baixa latitude. **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**, Petrolina, PE, v. 1, cap. 5, p. 73-88, 1999.

APROSOJA. ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA DO ESTADO DE MATO GROSSO. **Uso diversificado da soja: Destinos e uso da soja brasileira**, 2017. Disponível em: <<http://aprosojabrasil.com.br/2014/sobre-a-soja/uso-da-soja/>>. Acesso em 22 de maio de 2018

BANDEIRA, G. J. **Perdas na colheita da soja em diferentes velocidades de deslocamento da colhedora**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Agronomia). Universidade Federal Da Fronteira Sul. Cerro Largo 2017, 27 f.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas Agrícolas**. São Paulo: Manole, 2005. 310 p.

BAUER, F. C.; GONZATTI, G. C. Efeito da umidade das sementes sobre as perdas quantitativas de soja (*Glicine max* (L) Merrill) no processo de colheita mecanizada. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.29, n.4, p.503-506, 2007.

BELLAVER, C.; COTREFAL, G.; GRECCO, M. Soja integral: processamento e uso. **Alimento Animal**, v. 7, p. 28-30, 2002.

BISOGNIN, P. B. **Perdas quali-quantitativas e tamanho de amostra na colheita do arroz irrigado em função da velocidade de deslocamento**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrícola). Univesidade Federal do Pampa Campus Alegrete / Intituto Federal Farroupilha Campus Alegrete. 2015, 69 f.

BISOGNIN, B.; BATISTELLA, B.; LOPES, T.; DIAS, V. Trilha trocada. **Cultivar Máquinas**, v. 12, n. 142, p. 26-29, jun. 2014.

BOCK, R.; DALCIN, C.; KNIERIM, L.; DIAS, V. Em Adaptação. **Cultivar Máquinas**, v. 17, p. 17 - 19, maio 2017.

BRAGACHINI, M.; BONETTO, L. A. **Cosecha de Trigo equipamento, regulación y puesta a punto de la consehedora**. evaluación de pérdidas. Manfredi: INTA - EEAManfredi: INTA - EEAManfredi. Cuaderno de Actualización Técnica 6, 1990. 60 p.

CÂMARA, F. T. da; SILVA, R. P. da.; LOPES, A.; FURLANI, C. E. A.; GROTTA, D. C. C.; REIS, G. N. dos. Influência da área de amostragem na determinação de perdas totais na colheita da soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 909-913, mai./jun., 2007.

CARA, D; ROSA, H. A.; PRIMIERI, C. Estimativa de perdas na colheita mecanizada da soja em função de diferentes regulagens e velocidades de deslocamento. **Acta Iguazu**, v. 3, n. 4, p. 54-60, 2014.

CARVALHO FILHO, A.; CORTEZ, J.W.; SILVA, R.P.; ZAGO, M.S. Perdas na colheita mecanizada de soja no triângulo mineiro. **Nucleus**, Ituverava, v.3, p.57-60, 2005.

CARVALHO, C. G. P.; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, L. A. A.; KIIHK, R. A. S.; OLIVEIRA, M. D.; HIROMOTO, D. M.; TAKEDA, C. Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação à produtividade e altura da planta de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 2, p. 187-193, fev. 2003.

COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira: grãos, quadro de levantamento. 2018.** Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/noticias/estimativa-para-safra-2017-2018-e-de-ate-227-5-milhoes-de-toneladas>>. Acesso em: 14 maio 2018.

COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Boletim Gãos: Dezembro 2017.** Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>>. Acesso em: 22 maio 2018.

COSTA, da N. P.; MESQUITA de M. C.. Soja pra dar e perder. **Agroanalysis**, v. 21, n. 3, p. 39-43, 2001.

CUNHA, J.P.A.R.; ZANDBERGEN, H.P. Perdas na colheita mecanizada da soja na região do triângulo mineiro e Alto Paranaíba, Brasil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.23, n.4, p.61-66, out. /dez. 2007.

DIAS, V. O. **Tamanho amostral para ensaios em esteira de distribuição longitudinal de sementes de milho e soja.** Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012. 110 f.

DIEHL, S. R. L; JUNQUETTI, M. T. de G. 2005. **Contextos gerais da soja.** Disponível em: <<http://www.agrobyte.com.br/soja.htm>> Acesso em: 04 Nov.2018.

DOURADOS, C. F. Correio do Estado. **Correio do Estado S/A**, 2010. Disponível em: <http://www.correiodoestado.com.br/noticias/ma-regulagem-da-maquinas-afeta-producao_77271>. Acesso em: 23 mar. 2018.

DUFFY C.; PEREZ K.; PARTRIDGE A. A. Implications of phytoestrogen intake for breast cancer. **CA: a cancer journal for clinicians**, v. 57, n. 5, p. 260-277, 2007.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Soluções Tecnológicas. **Metodologia evita desperdício na colheita de soja**, 2011. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/93/copo-medidor-para-a-determinacao-da-perda-e-do-desperdicio-de-graos-na-colheita-mecanizada-de-soja>>. Acesso em: 13 abr. 18.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja- Região central do Brasil 2001/2002**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Londrina: EMBRAPA SOJA, p. 267, 2001.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de Pesquisa de Soja**. 22. ed. Londrina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2012.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja**: Paraná: 2003. Londrina: Embrpa Soja, 2002. 195p. Sistemas de produção 2

EXTRA. **Agricultura e agronegócio no Brasil**, 2017. Disponível em: <<https://extra.globo.com/noticias/economia/agricultura-agronegocio-no-brasil-contribuiram-com-235-do-pib-em-2017-estima-cna-22151398.html>>. Acesso em: 10 jun. 18.

FERREIRA, I. C.; SILVA, R. P.; LOPES, A.; FURLANI, C. E. A. Perdas quantitativas na colheita de soja em função da velocidade de deslocamento e regulagens no sistema de trilha. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.15, n.2, 141-150, abr./jun. 2007.

FRANTZ, U. G.; FARIAS, M. S.; RODRIGUES, F. A.; SCHLOSSER, J. F.; UHRY, D. Perda monitorada. **Cultivar Máquinas**, Santa Maria, v. 11, n. 123, p. 17-19, out. 2012.

FRANCO, D. F.; ALONÇO, A. dos S.; INFELD, J. A. **Colheita do arroz irrigado**. In: GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JR, A. M. de. **Arroz Irrigado no Sul do Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2004. p. 727-744.

HEIFFING, L. S; CÂMARA, G. M. de S. **Soja: colheita e perdas**. Piracicaba: ESALQ, 2006. 37 p.

IRGA. Instituto Riograndense do Arroz. **Irga divulga estimativa de plantio na Safra 2015/2016**. Disponível em: < <http://www.irga.rs.gov.br/conteudo/7173/intencao-para-a-safra-2017/2018-e-de-1,078-milhao-de-hectares-no-rs> >. Acesso em: 23 de maio 2018.

JOHN DEERE. **Manual do operador colheitadeiras Brasileiras 9650 STS e 9750 STS**.: 4. ed. DEERE & COMPANY, 2004. 602p.

JOHN DEERE. **Manual do operador colheitadeiras 1165 e 1175**. 3. ed. DEERE & COMPANY, 2003. 258p.

LAZZAROTTO, M. A. **Tamanho amostral para determinação na perda da colheita de soja**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Agronomia). Universidade Federal Da Fronteira Sul. Erechim 2015, 19 f.

LEVIN, J. **Estatística Aplicada a Ciência Humanas**. 2. ed. São Paulo: Editora Harbra Ltda, 1987.

LOUREIRO JR., A. M; SILVA, R. P. da; CASSIA, M. T; COMPAGNON, A. M; VOLTARELI, M. A. Influence of the sample area in the variability of losses in the mechanical harvesting of soybeans. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 76-85, 2014.

MACHADO T. de A. et al. Perdas na plataforma de corte de uma colhedora combinada de grãos na colheita de soja. **REVISTA ENGENHARIA NA AGRICULTURA-REVENG**, v. 20, n. 6, p. 537-543, 2012.

MAGALHÃES, S. C.; OLIVEIRA, B. C.; TOLEDO, A.; TABILE, R. A.; SILVA, R. P. Perdas quantitativas na colheita mecanizada de soja em diferentes condições operacionais de duas colhedoras. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.25, n.5, p.43-48, set./out. 2009.

MARCO A. O.; CAMPOS A. O. M.; DA SILVA P. R.; CARVALHO FILHO A.; MESQUITA C. B. H.; ZABANI S. Perdas na colheita mecanizada de soja no estado de minas gerais **Engenharia. Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.207-213, jan./abr. 2005

MASSEY FERGUSON. **Manual do Operador Colheitadeiras MF 1630 - MF 3640 - MF 5650**. 7. ed. Canoas: Massey Ferguson, 1987. 150 p.

MENDES, R. Sujicultos: As principais características da lavoura de soja. **Revista Rural**. Outubro de 2014. Disponível em: <<http://www.revistarural.com.br/edicoes/item/5939-sujicultor-as-principais-caracter%C3%ADsticas-da-lavoura-de-soja>> Acesso em: 31 de outubro de 2018.

MESQUITA, C. M.; HANNA, M. A.; COSTA, N. P. Crop and harvesting operation characteristics affecting field losses and physical qualities of soybeans – Part I. **Applied Engineering in Agriculture**, v.22, p. 325-333, 2006.

MESQUITA, C. M.; COSTA, N. P.; MANTOVANI, E. C.; ANDRADE, J. G. M.; FRANÇA NETO, J. B.; SILVA, J. G.; FONSECA, J. R.; PORTUGAL, F. A. F.; GUIMARÃES SOBRINHO, J. B. **Manual do produtor: Como evitar desperdícios nas colheitas da soja, do milho e do arroz**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, p.19-22. 1998.

MESQUITA, C.M. **El cultivo de la soja en los trópicos: mejoramiento y producción**. Londrina: Colección FAO: Producción y protección vegetal, 1995. 27 p.

MESQUITA, C. M.; GAUDÊNCIO, C. A. **Medidor de perdas na colheita de soja e trigo**. Londrina: EMBRAPA-CNPs, 1982. 8p. (Comunicado Técnico, 15).

MESQUITA, C. D. M., COSTA, N. P. Perdas durante a colheita de soja são subestimadas. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va05-colheita01.pdf>> acesso 20 nov 2018.

MESQUITA, C. D. M., COSTA, N. P., PEREIRA, J. E., MAURINA, A. C., ANDRADE, J. G. M. Caracterização da colheita mecanizada da soja no Paraná. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal – SP, v 21, n. 2, p 197-205, 2001.

MESQUITA, C.M., COSTA, N. P., PEREIRA, J. E., MAURINA, A. C., ANDRADE, J. G. M. Perfil da colheita mecânica da soja no Brasil. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v 22, n. 3, p 398- 406, 2002.

NUNES, J. L. da S; **Colheita** Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/culturas/soja/informacoes/colheita_361522.html> setembro de 2016. Acesso em: 03 Nov 2018.

OLIVEIRA, D. T.; TANAKA, E. M.; G.C., PARMEGIANI, C., FERREIRA M. Como Medir. **Cultivar Máquinas**, v. 17, p. 14 -16, Maio 2017.

PINHEIRO NETO, R.; TROLL, W. **Perdas na colheita mecanizada da soja (glycine max (L.) Merrill), no município de Maringá, Estado do Paraná. Maringá, PR, Brasil**, v. 25, n. 2, 349 p. 393-398, 2003. Disponível em: Acessado em: 16 abr. 2014.

PIRES, J. L. F.; COSTA, J. A.; THOMAS, A. L. Rendimento de grãos de soja influenciado pelo arranjo de plantas e níveis de adubação. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 4, n. 2, p. 183-188, 2015.

PORTELLA, J. A. **Avaliação de perdas na colheita de trigo**. Passo Fundo RS: EMBRAPA, 1981. 6 p.

PORTELLA, J. A. **Colheita de Grãos Mecanizada**. 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000. 190 p.

QUEIROZ, D. M.; SOUZA, C. M. A., PINTO, F. A. C., MANTOVANI, E. C. Simulação dos processos de trilha e separação em colhedoras de grãos. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 12, n. 2, p. 105-117, abr./jun. 2004.

ROCHA F. V. da.; BARTHOLOMEU D. B.; PERA T. G.; PATURCA E. Y.; AVILEIS F. G.; ELIAS M. B.; CAIXETA FILHO J. V. Toneladas perdidas. **Cultivar Máquinas**, v. 15, p. 13 - 15, Maio 2015.

ROOS, S. **Cultivar Brasmax PONTA IPRO**. Disponível em: <<http://sementesroos.com.br/cultivar/brasmax-ponta-ipro/>>. Acesso em: 18 maio 2018.

SANSEVERINO, D.B; MAGRO, T.A; TANAKA, M.E; TEDESCO, D.O; RONBAUER, Z.T. **Área Amostral Para Avaliação Das Perdas Totais Na Colheita De Soja**. Simpósio Nacional de Tecnologia em Agronegócio. Jales SP, 6 a 8 de outubro de 2016.

SANTOS, E. R.; BARROS, H. B.; FERRAZ, E. C.; CELLA, A. J. S.; CAPONE, A.; SANTOS, A. F.; FIDELIS, R. R. Divergência entre genótipos de soja, cultivados em várzea irrigada. **Revista Ceres**, v. 58, n. 6, p. 755-764, 2011.

SANTOS, C. G.; DALLMEYER, A. Colhedoras: diferentes sistemas de trilha e separação. **A Granja**, n. 792, dez. 2014. Disponível em: <<http://www.edcentaurus.com.br/materias/granja.php?id=6527>> Acesso em: 23 mar. 2018.

SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. Soja do Plantio à Colheita. 22 ed. Viçosa - MG, UFV, 2015. p.323-324

THOMAS, A. L.; PIRES, J. L. F.; MENEZES, V. G. Rendimento de cultivares de soja em solo de várzea. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.6, n. 1, p. 107-112, 2000.

TOLEDO, A.; TABILE, R. A.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; MAGALHÃES, S. C.; COSTA, B. O. Caracterização das perdas e distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.4, p.710-719, out./dez. 2008.

VIEGAS NETO, A. L. V.; YAMAKAWA, J. H. P.; SOUZA., C. M. A. D. Mapa de perdas. **Cultivar Máquinas**, v. 13, p. 28 - 30, Junho 2013.

ZAMBOLIN, L.; NASSER, L. C. B; ANDRIGUETO, T. R.; TEXEIRA, J. M; FACHINELLO. **Produção Integrada no Brasil**, Brasília, 2008.